

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS**

**EDIANA VASCONCELOS DA SILVA**

**ESTUDO ANATÔMICO COMPARATIVO DO MEMBRO PÉLVICO - MÚSCULOS  
DA REGIÃO POSTERIOR DA COXA DO PRIMATA *Sapajus* sp. (MACACO-  
PREGO) ASSOCIADO AO USO DE FERRAMENTAS E BIPEDALISMO**

**ALFENAS/MG**

**2022**

**EDIANA VASCONCELOS DA SILVA**

**ESTUDO ANATÔMICO COMPARATIVO DO MEMBRO PÉLVICO - MÚSCULOS  
DA REGIÃO POSTERIOR DA COXA DO PRIMATA *Sapajus* sp. (MACACO-  
PREGO) ASSOCIADO AO USO DE FERRAMENTAS E BIPEDALISMO**

Tese apresentada como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Doutor em Ciências Ambientais,  
pela Universidade Federal de Alfenas. Área de  
concentração: Tecnologias Ambientais Aplicadas.  
Orientador: Prof. Dr. Tales Alexandre Aversi-Ferreira

**ALFENAS/MG**

**2022**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Alfenas  
Biblioteca Central – Campus Sede

Silva, Ediana Vasconcelos da.

Estudo anatômico comparativo do membro pélvico - músculos da região posterior da coxa do primata *Sapajus* sp. (macaco-prego) associado ao uso de ferramentas e bipedalismo / Ediana Vasconcelos da Silva. - Alfenas, MG, 2022.

63 f. : il. -

Orientador(a): Tales Alexandre Aversi-Ferreira.

Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2022.

Bibliografia..

1. Primatas Neotropicais. 2. Bíceps femoral. 3. Semimembranoso. 4. Semitendinoso. I. Aversi-Ferreira, Tales Alexandre, orient. II. Título.

**EDIANA VASCONCELOS DA SILVA****“ ESTUDO ANATÔMICO COMPARATIVO DO MEMBRO PÉLVICO - MÚSCULOS DA REGIÃO POSTERIOR DA COXA DO PRIMATA *SAPAJUS SP.* (MACACO-PREGO) ASSOCIADO AO USO DE FERRAMENTAS E BIPEDALISMO ”**

A Banca examinadora abaixo-assinada aprova a Tese apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Alfenas. Área de concentração: Ciências Ambientais.

Aprovada em: 29 de abril de 2022.

Prof. Dr. Tales Alexandre Aversi-Ferreira

Instituição: Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL)

Profa. Dra. Tainá de Abreu

Instituição: Universidade Federal do Tocantins (UFT)

Profa. Dra. Gabriela Ortega Coelho Thomazi

Instituição: Universidade Federal do Tocantins (UFT)

Prof. Dr. Breno Régis Santos

Instituição: Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL)

Profa. Dra. Camila Pinhata Rocha

Instituição: Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL)



Documento assinado eletronicamente por **Tales Alexandre Aversi Ferreira, Professor do Magistério Superior**, em 29/04/2022, às 11:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Tainá de Abreu, Usuário Externo**, em 29/04/2022, às 11:14, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Breno Régis Santos, Professor do Magistério Superior**, em 29/04/2022, às 11:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Gabriela Ortega Coelho Thomazi, Usuário Externo**, em 29/04/2022, às 11:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Camila Pinhata Rocha, Professor do Magistério Superior**, em 29/04/2022, às 19:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.unifal-mg.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.unifal-mg.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0712471** e o código CRC **F25C3017**.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela vida, pelas oportunidades que me proporcionou de adquirir conhecimento.

Ao meu orientador, prof. Dr. Tales Alexandre Aversi-Ferreira, pelo apoio, dedicação, paciência, por todo o conhecimento compartilhado e principalmente por sua amizade.

Ao meu filho Tiago e esposo Hélio pelo amor, compreensão e companheirismo.

A minha mãe Eva Vasconcelos por lutar e acreditar que o melhor caminho é sempre a educação.

A minha irmã Edimária Vasconcelos pelo apoio, companheirismo e pelas inúmeras vezes que cuidou do meu filho para que eu pudesse estudar.

Aos meus familiares pelo apoio e compreensão nos momentos de ausência.

A Sylla Figueredo da Silva pelo companheirismo, amizade e conhecimentos compartilhados durante a nossa jornada acadêmica.

A Tainá de Abreu pela parceria e conhecimento compartilhado.

A Roqueline A. G. M. F. Aversi-Ferreira pela hospitalidade e amizade.

Aos colegas de trabalho do Departamento de Gestão de Laboratórios da UFT pelo companheirismo, apoio e dedicação nos momentos em que precisei me ausentar.

A Universidade Federal do Tocantins-Palmas, pelo espaço físico onde desenvolvi parte de minha pesquisa, pelas oportunidades de capacitação e por permitir conciliar o trabalho com a pesquisa, o ensino e a extensão.

A Faculdade de Palmas – FAPAL, instituição que me proporcionou a oportunidade da docência, pelo apoio e possibilidade de conciliar a docência com a pesquisa.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais – PPGCA da Universidade Federal de Alfenas, professores, secretárias e coordenação.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de financiamento 001.

## RESUMO

Macaco-prego é o nome popular do gênero *Sapajus*. São primatas que se adaptam bem aos diversos ambientes, o que lhes permite uma ampla distribuição geográfica. Estes primatas são conhecidos por seu comportamento locomotor, exibindo bipedalismo intermitente que está associado ao transporte e ao uso de ferramentas para manipulação de alimentos. A utilização de informações anatômicas para justificar o comportamento deste primata é escassa, sobretudo a anatomia do membro pélvico e sua correlação com o bipedalismo. O presente estudo teve como objetivo descrever a anatomia macroscópica dos músculos da região posterior da coxa de primatas neotropicais (*Sapajus* sp e *Callitrix* sp), primatas do Velho Mundo (*Papio*), Apes (*Hylobates*, *Pongo*, *Gorilla* e *Pan*) e humanos modernos. Comparar os resultados obtidos de *Sapajus* com os demais primatas do estudo. Descrever os hábitos locomotores dos animais estudados e correlacionar as habilidades bípedes de *Sapajus* e compará-las com os dados correspondentes para os demais primatas. Para isso, foram utilizados dez espécimes adultos de *Sapajus* e três de *Callithrix*. A dissecação foi feita com ênfase nos músculos do membro pélvico, região posterior da coxa. Os dados coletados foram analisados e comparados com os padrões descritos para *Papio*, *Hylobates*, *Pongo*, *Gorilla*, *Pan* e humanos modernos, em termos anatômicos e comportamentais, principalmente. Na análise estatística utilizou-se o método comparativo não-paramétrico para associar as diferentes espécies aos seus conceitos anatômicos de normalidade e variação em variáveis nominais, que permite correlacionar as características musculares. De fato, entre humanos modernos e outros primatas, a diferença era esperada devido a evolução humana para o verdadeiro bipedalismo. O padrão muscular do membro pélvico, região posterior da coxa de *Sapajus*, em comparação com os primatas incluídos neste estudo, apresenta maior similaridade com *Papio*, *Pongo* e *Pan*. No entanto, era esperado uma alta similaridade entre os primatas neotropicais aqui estudados, mas isso não foi observado. Interessantemente o nível de similaridade entre *Sapajus* e os primatas do Velho Mundo foi alto, o que provavelmente pode ser associado ao hábito locomotor praticado por este primata. Não obstante, os dados escassos sobre primatas neotropicais e do Velho Mundo, dificultam a realização de uma análise mais profunda, indicando assim a necessidade de mais estudos da anatomia macroscópica destes primatas. Informações necessárias para comparações morfológicas e revisão taxonômica.

Palavras-chaves: Primatas neotropicais; Bíceps femoral; Semimembranoso; Semitendinoso.

## ABSTRACT

Capuchin monkey is the popular name of the genus *Sapajus*. They are primates that adapt well to different environments, which allows them a wide geographic distribution. These primates are known for their locomotor behavior, exhibiting intermittent bipedalism that is associated with transportation and the use of tools for food handling. The use of anatomical information to justify the behavior of this primate is scarce, especially the anatomy of the pelvic limb and its correlation with bipedalism. The present study aimed to describe the gross anatomy of the muscles of the posterior thigh region of neotropical primates (*Sapajus* sp and *Callitrix* sp), Old World primates (*Papio*), Apes (*Hylobates*, *Pongo*, *Gorilla* and *Pan*) and modern humans. Compare the results obtained from *Sapajus* with the other primates in the study. To describe the locomotor habits of the animals studied and to correlate the bipedal abilities of *Sapajus* and compare them with the corresponding data for the other primates. For this, ten adult specimens of *Sapajus* and three of *Callitrix* were used. The dissection was performed with emphasis on the muscles of the pelvic limb, posterior region of the thigh. The collected data were analyzed and compared with the patterns described for *Papio*, *Hylobates*, *Pongo*, *Gorilla*, *Pan* and modern humans, mainly in anatomical and behavioral terms. In the statistical analysis, the non-parametric comparative method was used to associate the different species with their anatomical concepts of normality and variation in nominal variables, which allows the correlation of muscle characteristics. In fact, between modern humans and other primates, the difference was expected due to human evolution to true bipedalism. The muscular pattern of the pelvic limb, posterior region of the *Sapajus* thigh, in comparison with the primates included in this study, presents greater similarity with *Papio*, *Pongo* and *Pan*. However, a high similarity between the Neotropical primates studied here was expected, but this was not observed. Interestingly, the level of similarity between *Sapajus* and Old World primates was high, which can probably be associated with the locomotor habit practiced by this primate. However, the scarce data on Neotropical and Old World primates make it difficult to carry out a deeper analysis, thus indicating the need for further studies of the macroscopic anatomy of these primates. Information needed for morphological comparisons and taxonomic review.

Keywords: Neotropical primates; Biceps femoris; Semimembranosus; Semitendinosus.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
1.1	OBJETIVOS.....	11
1.1.1	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>11</b>
1.1.2	<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>12</b>
2.1	HISTÓRIA EVOLUTIVA DOS PRIMATAS: UMA BREVE REVISÃO.....	12
2.2	GÊNERO <i>Callithrix</i> .....	15
2.3	GÊNERO <i>Sapajus</i> .....	17
2.3.1	<b>Taxonomia: um breve histórico .....</b>	<b>17</b>
2.3.2	<b>2.3.2 <i>Sapajus</i> sp .....</b>	<b>19</b>
2.3.3	<b>Uso de ferramentas por primatas não humanos.....</b>	<b>23</b>
2.3.4	<b>Bipedalismo em primatas não humanos.....</b>	<b>25</b>
2.4	SISTEMA MUSCULAR: GENERALIDADES .....	25
2.4.1	<b>Músculos da coxa.....</b>	<b>28</b>
3	MATERIAIS E MÉTODOS .....	31
3.1	AMOSTRAS.....	31
3.2	PREPARAÇÃO DOS ANIMAIS PARA DISSECAÇÃO.....	31
3.3	DISSECAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO.....	31
3.4	ANÁLISE ESTÁTISTICA.....	32
3.5	ASPECTOS ÉTICOS.....	35
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>36</b>
4.1	MÚSCULO BÍCEPS FEMORAL.....	36
4.2	MÚSCULO SEMIMEMBRANOSO .....	37
4.3	MÚSCULO SEMITENDINOSO.....	37
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>38</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>49</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>50</b>
	<b>ANEXO A .....</b>	<b>61</b>
	<b>ANEXO B.....</b>	<b>63</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A ordem dos primatas é a maior radiação dos mamíferos, com uma rica diversidade morfológica, flexibilidade comportamental e adaptações ecológicas (BYRNE, 2000; POZZI *et al.*, 2014). Desta ordem derivam as subordens Strepsirrhini e Haplorrhini (FLEAGLE, 2013), que apresentam diferenças com relação aos caracteres morfológicos e comportamentais (JAMESON *et al.*, 2011; POUGH; JANIS; HEISER, 2008).

Da ordem dos Strepsirrhini, são derivadas duas infraordens, os Lemuriformes e os Lorisiformes (DI FIORE *et al.*, 2014; JAMESON *et al.*, 2011; POUGH; JANIS; HEISER, 2008). Já a ordem Haplorrhini é composta pelas infraordens Simiformes e Tarsiformes (DIFIORI *et al.*, 2014). Os Simiformes são subdivididos em duas parvordem, geograficamente separadas em primatas do Velho Mundo (Catarrhini) e primatas do Novo Mundo ou neotropicais (Platyrrhini) (ANKEL-SIMONS, 2007; DI FIORI *et al.*, 2014; GROVES 2001; LAITMAN, 2011; WILSON; REEDER 2005).

Na parvordem Catarrhini, encontram-se os primatas dos gêneros *Papio*, *Hylobates*, *Pongo*, *Gorilla*, *Pan* e *Homo*. Já os gêneros *Sapajus* sp e *Callithrix* sp, pertencem a parvordem dos Platyrrhini (ANKEL-SIMONS, 2007; DI FIORE *et al.*, 2014; PERELMAN *et al.*, 2011). Estes primatas são objetos de estudos anatômicos e comparativos nessa pesquisa. Sendo *Sapajus* sp e *Callithrix* sp os animais dissecados e o primeiro o animal de referência.

Devido a semelhanças fisiológicas, filogenéticas, morfológicas e organização comportamental com os humanos, os primatas não humanos, em especial os neotropicais têm sido usados como modelo animal em pesquisas científicas (ABREU *et al.*, 2021; AVERSI-FERREIRA *et al.*, 2014; MANSFIELD, 2003; MELO; MATI; MARTINS, 2012).

Os saguis, primatas neotropicais do gênero *Callithrix*, são animais utilizados em estudos por apresentar uma proximidade filogenética com os seres humanos (ABBOTT *et al.*, 2003; CLARK, 1994). São animais de pequeno porte, de hábitos diurnos e vida saltatória e arbórea (ANKEL-SIMONS, 2007; AURICCHIO, 1995; RYLANDS; MENDES, 2008; VILELA; FARIA, 2004). São onívoros, e devido sua alimentação variada (sementes, flores e frutos), são dispersores de sementes, exercendo função ecológica importante para o equilíbrio do meio ambiente (KIERULFF *et al.*, 2015).

Os primatas do gênero *Sapajus*, conhecidos popularmente como macaco-prego, são primatas neotropicais que se adaptam bem aos diversos ambientes, o que lhes permite uma ampla distribuição geográfica (ALFARO *et al.*, 2012a; FRAGASZY; VISALBERGHI; FEDIGAN, 2004; LOPES, 2004;). São preferencialmente quadrúpedes, possuem uma cauda

semi-preênsil que auxilia no equilíbrio durante a locomoção e podem também se deslocar na forma de bipedalismo intermitente, alternando a locomoção nas formas quadrúpede e bípede, o que torna esse animal um modelo de estudo para os antropologistas que pesquisam a evolução do bipedalismo humano (DEMES, 2011), além de servir de modelo para outros comportamentos que os relacionam aos apes e humanos modernos. O bipedalismo intermitente neste animal está associado ao transporte e ao uso de ferramentas para manipulação de alimentos (DEMES, 2011; DUARTE *et al.*, 2012),

A utilização de ferramentas por primatas não humanos, em seu sentido mais estrito, só é encontrada em alguns primatas do Velho Mundo. A única exceção entre aqueles do Novo Mundo são os *Sapajus*, que têm sido observados utilizando ferramentas, tanto em cativeiro como na natureza (PARKER; GIBSON, 1977; OTTONI; IZAR, 2008; WAGA *et al.*, 2006). A habilidade e a destreza manual e conseqüentemente a capacidade de usar ferramentas, está associado com o desenvolvimento da inteligência e cultura dos primatas (BYRNE, 2000; ROTH; DICKE, 2005). Este comportamento adaptativo denota uma convergência evolutiva importante, especialmente entre os macacos-prego e os chimpanzés. O uso de ferramentas pelo macaco-prego parece também ser dependente de outras convergências neurológicas, cognitivas e morfológicas (ABREU *et al.*, 2021; PERRY, 2011; POUYDEBAT *et al.*, 2009).

A análise anatômica dos primatas (ABREU *et al.*, 2021; AVERSI-FERREIRA *et al.*, 2005a, 2005b, 2007a, 2007b, 2007c, 2009, 2010, 2011a, 2011b, 2013, 2014; FIGUEREDO-DASILVA *et al.*, 2021; SPINOZZI; TRUPPA; LAGANA, 2004; VASCONCELOS-DASILVA *et al.*, 2017), o estudo do comportamento, da interação social, da alimentação e da reprodução, dentre outros aspectos, podem ajudar na preservação destes animais (OLIVEIRA; YOSHIDA, 2003), pois os *habitats* onde estes se localizam vêm sendo progressivamente destruídos (AURICCHIO, 1995). E quando presente nos centros urbanos estes animais são frequentemente vítimas de atropelamento e para o atendimento clínico e cirúrgico a estes primatas é necessário que os profissionais médicos veterinários tenham acesso a informações anatômicas (ABREU *et al.*, 2012; AVERSI-FERREIRA *et al.*, 2018; PFRIMER *et al.*, 2012).

Os primatas do gênero *Sapajus* têm se destacado pela grande capacidade de se adaptar a diferentes *habitats*, sendo encontrados em florestas, caatinga e mangues, e decorrente disso, são animais que se adaptam a uma alimentação onívora variada, incluindo frutos, insetos, sementes, flores, brotos e pequenos vertebrados. Devido a ingestão e manipulação de frutos e sementes, esses animais se tornam também muito importantes no processo de dispersão destas, contribuindo para a estabilidade do ecossistema (ROCHA, 1998).

A análise anatômica comparativa dos primatas pode produzir conhecimentos necessários para o entendimento do comportamento e filogenia (CHRISTEL; FRAGAZSY, 2000; SPINOZZI; TRUPPA; LAGANA., 2004). A utilização de informações anatômicas para justificar o comportamento do *Sapajus* vem sendo estudada por (ABREU *et al.*, 2021; AVERSI-FERREIRA *et al.*, 2011a; 2011b; 2014; BARROS *et al.*, 2003; FERREIRA; PRADA, 2001; FIGUEREDO-DA-SILVA *et al.*, 2021; PEREIRA-DE-PAULA *et al.*, 2006; VASCONCELOS-DA-SILVA *et al.*, 2017), mas ainda assim é uma área que carece de mais informações, sobretudo da anatomia do membro pélvico, e sua possível correlação com o bipedalismo intermitente e a utilização de ferramentas, comportamentos estes observados nessa espécie.

Aspectos como a postura bípede precisa ser explicada em função da origem e inserção dos músculos nos membros pélvicos, sendo assim, no presente estudo, os músculos da região posterior da coxa (bíceps femoral, semimembranoso e semitendinoso) de *Sapajus* sp foram investigados (dissecados). Esses dados podem indicar a distribuição do peso corporal do quadril e do joelho observados em macacos-prego durante o bipedalismo intermitente e a utilização de ferramentas no ato de quebrar nozes, além disso, os dados anatômicos contribuem para melhorar as informações acerca dos estudos de anatomia comparativa, filogenética e taxonomia (AVERSI-FERREIRA *et al.*, 2010; AVERSI-FERREIRA *et al.*, 2011a). De fato, a adaptação muscular à locomoção quadrúpede, ou seja, origem, inserção e localização dos músculos, hipoteticamente poderia limitar a posição vertical bípede em macacos-prego.

Para analisar o aparato anatômico por trás da locomoção e do bipedalismo intermitente realizado pelos macacos-prego (*Sapajus* sp), foi realizado um estudo anatômico dos músculos da coxa desses espécimes em comparação com os músculos, vasos e nervos semelhante encontrados em humanos modernos (STANDRING, 2008; SWINDLER; WOOD, 1973), *Papio* (SWINDLER; WOOD, 1973), *Hylobates* (BEDDARD, 1893; FERRERO, 2011; GIBBS, 1999; HEPBURN, 1892; PREJZNER-MORAWSKA; URBANOWICK, 1971; SIGMON, 1974) *Pongo* (BEDDARD, 1893; FERRERO, 2011; SIGMON, 1974), *Gorilla* (FERRERO, 2011; GIBBS, 1999; RAVEN, 1950;) e *Pan* (FERRERO, 2011; GIBBS, 1999; SWINDLER; WOOD, 1973).

Com base nos estudos de Aversi-Ferreira (AVERSI-FERREIRA *et al.*, 2009, 2011, 2014, 2016), utilizou-se o método comparativo não-paramétrico para associar as diferentes espécies aos seus conceitos anatômicos de normalidade e variação em variáveis nominais, que permite correlacionar as características musculares. Foi analisada a disposição muscular da coxa que permite a locomoção e o bipedalismo intermitente, bem como as limitações associadas.

## 1.1 OBJETIVOS

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Descrever a anatomia macroscópica dos músculos da região posterior da coxa de primatas neotropicais (*Sapajus* sp e *Callitrix* sp), primatas do Velho Mundo (*Papio*), Apes (*Hylobates*, *Pongo*, *Gorilla* e *Pan*) e humanos modernos.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- a) Comparar os resultados obtidos de *Sapajus* (animal de referência) e *Callitrix* com os dados da literatura de primatas do Velho Mundo, Apes e humanos modernos;
- b) Descrever os hábitos locomotores dos animais estudados;
- c) Correlacionar as habilidades bípedes de *Sapajus* e compará-las com os dados correspondentes para humanos e outros primatas com base nas características dos músculos posteriores da coxa.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 HISTÓRIA EVOLUTIVA DOS PRIMATAS: UMA BREVE REVISÃO

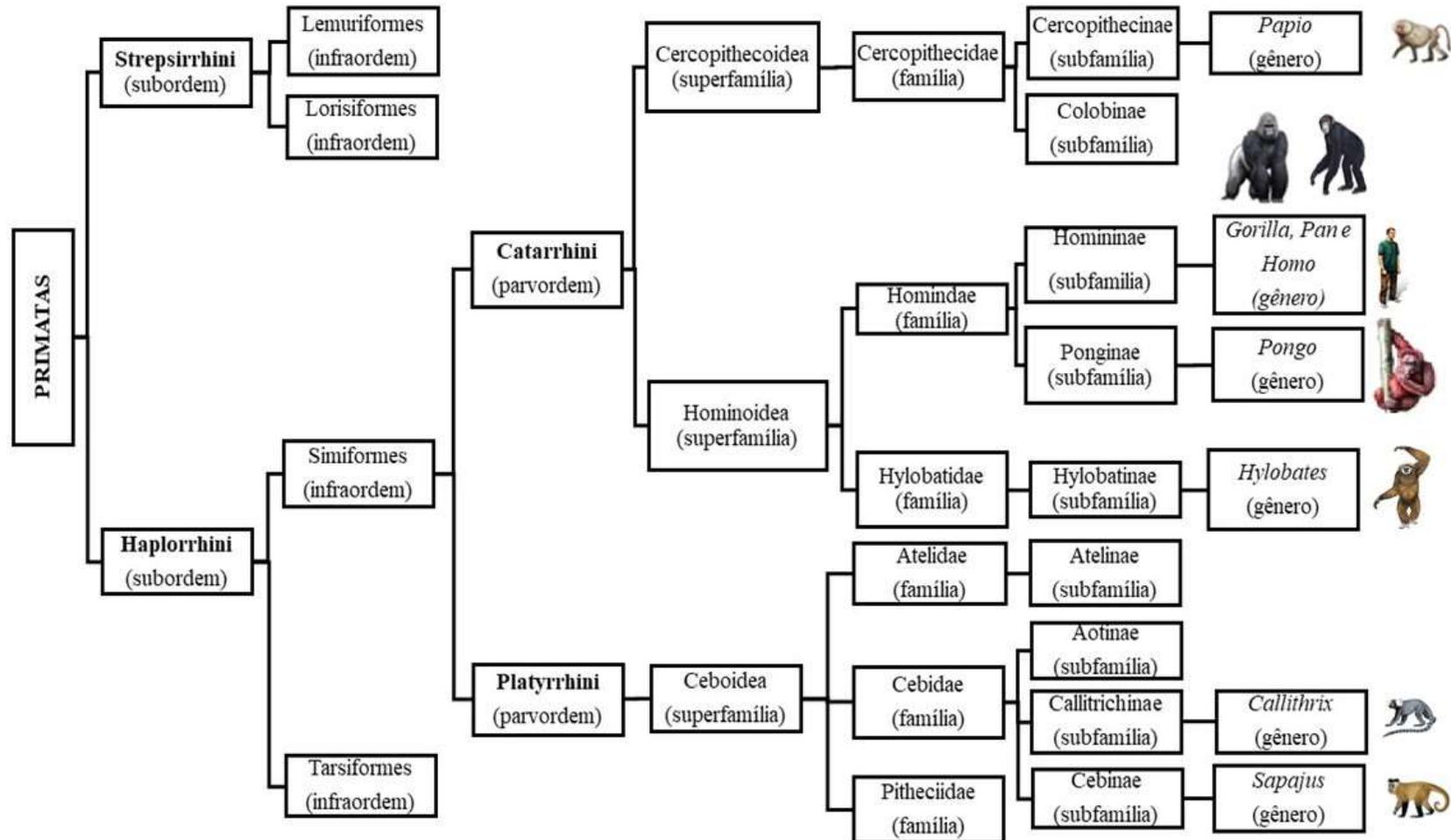
Dados moleculares em sua maioria, sugerem que os primatas existentes surgiram de um ancestral comum, há aproximadamente 85 milhões de anos. Entretanto, a localização geográfica mais consistente continua sendo debatida (BAJPAI *et al.*, 2008; JANECKA *et al.*, 2007; PERELMAN *et al.*, 2011). Acredita-se que 67-69 gêneros de primatas se originaram durante a fronteira do Cretáceo/Paleoceno e que uma expansão eocena formou as principais linhagens existentes (ALFARO *et al.*, 2012a; GROVES, 2001; WILSON; REEDER, 2005).

A ordem dos primatas se distingue, dentre outros aspectos, pela grande flexibilidade de comportamento entre os indivíduos (BYRNE, 2000). É a maior radiação dos mamíferos, com uma rica diversidade morfológica, comportamental e adaptações ecológicas (POZZI *et al.*, 2014). Desta ordem são derivadas duas linhagens que compõem as subordens Strepsirrhini e Haplorrhini (figura 1) (FLEAGLE, 2013; DI FIORI *et al.*, 2014; PERELMAN *et al.*, 2011). Estas, apresentam diferenças principalmente com relação aos caracteres morfológicos e comportamentais (JAMESON *et al.*, 2011; POUGH; JANIS; HEISER, 2008).

Da subordem dos Strepsirrhini, são derivadas duas infraordens, os Lemuriformes e os Lorisiformes, são primatas de pequeno porte, a maioria apresenta hábitos noturnos, locomoção saltatória, cauda longa e o nariz conectado diretamente ao lábio superior (DI FIORE *et al.*, 2014; JAMESON *et al.*, 2011; POUGH; JANIS; HEISER, 2008). Já a subordem Haplorrhini é composta pelas infraordens Simiformes e Tarsiformes (DIFIORI *et al.*, 2014). Os Simiformes são subdivididos em duas parvordem, Catarrhini e Platyrrhini, que são geograficamente separadas em primatas do Velho Mundo e do Novo Mundo (ou neotropicais), respectivamente (ANKEL-SIMONS, 2007; DI FIORI *et al.*, 2014; GROVES 2001; LAITMAN, 2011; WILSON; REEDER 2005). Os Tarsiformes apresentam ossos do tarso longos, cauda fina e longa, mãos, orelhas e olhos grandes e com relação ao tamanho do corpo, são os menores do grupo principal dos prossímios, variando de 9 a 16cm (ANKEL-SIMONS, 2007; BEARD *et al.*, 1994, 1998).

Localizados principalmente na Ásia, África e Europa, os Catarrhini, possuem porte grande, asas nasais e narinas próximas, que se abrem inferiormente, um septo nasal estreito, dois dentes pré-molares (ANKEL-SIMONS, 2007; LAITMAN, 2011) e, cauda curta ou ausente (DEFLER, 2009; POUGH; JANIS; HEISER, 2008). Nesta parvordem existe duas superfamílias

Figura 1 - Fluxograma da árvore filogenética dos primatas pesquisados nesse estudo.



Fonte: Autores (2022).

vivas, Cercopithecoidea (primatas do Velho Mundo) e Hominoidea (apes e humanos modernos) (STEVENS *et al.*, 2013).

Os cercopitecóides, família (Cercopithecidae), são divididos em duas subfamílias, colobinae e cercopithecinae onde se encontra o gênero (*Papio*). Os colobinae são macacos de médio a grande porte em média (4 e 20kg) e diferem dos cercopithecinae por terem cúspides mais altas em seus dentes molares, estômago saculado (como vacas) e polegares reduzidos ou ausentes. Eles tendem a ser saltadores e possuem pernas longas (NAKATSUKASA *et al.*, 2010). Já os cercopithecinae são macacos de pequeno a grande porte (1 e 30kg). Eles possuem cúspides mais baixas e distintas em seus dentes molares do que os colobinae e têm bolsas nas bochechas para armazenar alimentos. São quadrúpedes predominantemente arbóreos, mas muitos também são terrestres (FLEAGLE; SEIFFERT, 2020).

Os hominídeos, famílias (Homindae e Hylobatidae), são divididos em três subfamílias hylobatinae (gênero *Hylobates*), ponginae (gênero *Pongo*) e homininae (gêneros *Gorilla*, *Pan* e *Homo*) (ANKEL-SIMONS, 2007; DI FIORE *et al.*, 2014; PERELMAN *et al.*, 2011). Em comparação a outros primatas, os hominídeos vivos são de tamanho médio a muito grande (5 e 175kg). Os *Hylobates* (gibões) são totalmente arborícolas e suspensivos, com dietas que incluem frutas, folhas e invertebrados, possuem habilidades locomotoras de braquiiação rápida que parecem exigir agilidades e coordenações excepcionais, mas não há descrições de uso de ferramentas ou outros comportamentos culturais realizados por estes primatas (FLEAGLE; SEIFFERT, 2020).

Os primatas do gênero *Pongo* (orangotangos) são altamente dimórficos de tamanho, e o comprimento do corpo é em média 77 cm para fêmeas e 95 cm para machos. Os membros anteriores são longos, consideravelmente mais longos que os membros posteriores. Esses macacos são principalmente moradores de árvores que escalam de maneira cuidadosa e deliberada, muitas vezes pendurado mas viajam também pelo chão, um comportamento especialmente comum em entre os mais velhos. Eles constroem ninhos para dormir em árvores, vivem vidas pouco sociáveis e seus movimentos diários são fortemente influenciados pela disponibilidade de alimentos em suas áreas de vida (ANKEL-SIMONS, 2007).

Os *Gorillas* são os maiores dentre os primatas existentes com considerável dimorfismo sexual no tamanho do corpo, os machos adultos podem chegar até 170 cm de comprimento e as fêmeas a 150 cm, os membros anteriores são mais longos do que os posteriores, os adultos são principalmente terrestres, e os jovens frequentemente escalam árvores e convivem em grupos que variam de 5 a até 30 indivíduos. Os *Gorillas*, assim como os chimpanzés, se locomovem de forma quadrúpede. Eles também dormem em ninhos que são construídos

novamente a cada tarde. Sua dieta consiste principalmente de folhas, brotos, raízes, cascas, trepadeiras e uma pequena quantidade de frutas (ANKEL-SIMONS, 2007). Eles parecem ser inteiramente vegetarianos, e herbívoros (FOSSEY; HARCOURT, 1977). A maioria de suas atividades diárias envolve, conseqüentemente, o forrageamento (ANKEL-SIMONS, 2007).

Os chimpanzés (*Pan*) gastam uma fração considerável de seu tempo ativo diário no solo. Quando se movem de forma quadrúpede, eles andam sobre os nós dos dedos (articulação interfalangiana proximal) do segundo ao quinto dedo (TUTTLE, 1967). Seu comportamento pode variar em diferentes ambientes. Vivem em grandes grupos com até 50 indivíduos. Existem grupos formados exclusivamente por mães com seus descendentes de todas as idades e de ambos os sexos, apenas de machos e grupos mistos de animais adultos e jovens de ambos os sexos. O tamanho e o movimento do grupo parecem ser influenciados pela disponibilidade de alimentos da região. Todos os chimpanzés têm um elaborado sistema de comunicação usando expressões faciais, gestos, movimentos corporais e vocalizações. Os chimpanzés dormem em ninhos de árvores que raramente são construídos a mais de 4 a 5 metros acima do solo e são recém-construídos toda noite. A dieta dos chimpanzés consiste principalmente de frutas e vegetal. Eles, no entanto, comem pequenos mamíferos, quando conseguem obter essas presas (ANKEL-SIMONS, 2007).

Chimpanzés e humanos modernos (*Homo*) compartilham muitos aspectos anatômicos e características comportamentais, incluindo uso de ferramentas e tradições culturais (MATSUZAWA *et al.*, 2011; WHITEN *et al.*, 1999). Os humanos modernos, ao contrário de qualquer outro primata, foram capazes de se adaptar a todos os tipos de ambientes e assim habitar todos os continentes. São habitualmente onívoros, comem uma grande variedade de alimentos, as mãos são ferramentas que permitem agarrar e manipular com precisão, os membros inferiores são mais longos que os membros superiores, são bípedes e possuem um comportamento social complexo e dominado pela habilidade de se comunicar com linguagem (ANKEL-SIMONS, 2007).

Como parte de uma radiação exclusiva do Novo Mundo, os Platyrrhini, conhecidos também como primatas neotropicais, surgiram no Oligoceno, mas não possuem suas origens nas Américas (MILLER; GUNNELL; MARTIN, 2005; POUGH; JANIS; HEISER, 2008). Evidências morfológicas sugerem que eles sejam oriundos da África, mas permanece desconhecida a forma que esses animais chegaram às Américas (DEFLER, 2009).

Os Platyrrhini possuem características que os distinguem dos demais primatas como sua formação dentária, cartilagens largas e septo nasal, nos grupos de grande porte há presença de cauda preênsil e a maioria dos seus representantes vivem no dossel das árvores (ANKEL-

SIMONS, 2007; DEANE *et al.*, 2014; POUGH; JANIS; HEISER, 2008; RUSSO; YOUNG, 2011). As famílias Atelidae, Cebidae e Pitheciidae, pertencem a parvordem dos Platyrrhinos. Fazem parte da família Cebidae as subfamílias Aotinae, Callitrichinae (onde encontra-se o gênero *Callithrix*) e Cebinae (o gênero *Sapajus*), (ANKEL-SIMONS, 2007; DI FIORE *et al.*, 2014).

Os primatas neotropicais são animais de tamanho pequeno a médio porte, arborícolas, que possuem locomoção predominantemente quadrúpede, com algumas espécies apresentando cauda preênsil (REIS *et al.*, 2006). Devido a semelhanças fisiológicas, filogenéticas, morfológicas e organização comportamental com os humanos, os primatas não humanos, em especial os neotropicais têm sido usados como modelo animal em pesquisas científicas (ABREU *et al.*, 2021; AVERSI-FERREIRA *et al.*, 2014; MANSFIELD, 2003; MELO; MATI; MARTINS, 2012; WAGA *et al.*, 2006). No entanto, o conhecimento da morfologia macro e microscópica do gênero é ainda incipiente (AVERSI-FERREIRA, 2009). Conhecimentos estes fundamentais para a condução de estudos etológicos, evolucionários, taxonômicos (RYLANDS *et al.*, 2000) e para a preservação do gênero (BARROS *et al.*, 2003).

Os primatas neotropicais do gênero *Callithrix* sp e *Sapajus* sp (animal de referência) foram dissecados neste estudo e serão descritos de forma detalhada a seguir.

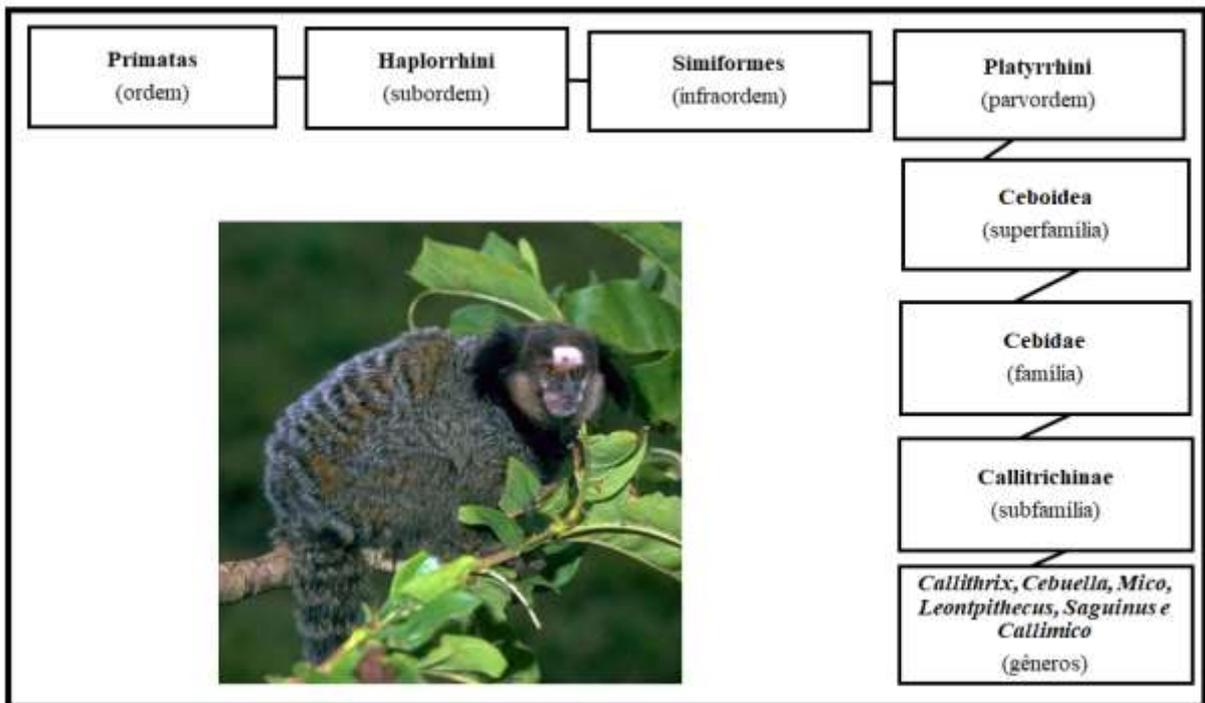
## 2.2 GÊNERO *Callithrix* sp

Os primatas neotropicais do gênero *Callithrix* sp (figura 2), pertencem a ordem dos Primatas, subordem Haplorrhini, infraordem Simiformes, parvordem Platyrrhini, fazem parte da família Cebidae e subfamília Callitrichinae. Nessa subfamília estão inclusos, além do *Callithrix*, os gêneros *Cebuella*, *Mico*, *Leontopithecus*, *Saguinus* e *Callimico* (figura 2) (DI FIORI *et al.*, 2014; FLEAGLE; SEIFFERT, 2020; PERELMAN *et al.*, 2011; SPRINGER *et al.*, 2012).

Os saguis como são conhecidos popularmente os *Callithrix*, possuem ampla distribuição na América do Sul (BUCKNER, *et al.*, 2015). Estes distinguem-se dos demais primatas do Novo Mundo pelo seu tamanho, cerca de 20 centímetros de altura e peso variando entre 350 a 500 gramas (VILELA; FARIA, 2004), por possuir garras modificadas ao invés de unhas em todos os dedos, exceto no primeiro dedo do pé e a presença de dois molares em cada quadrante (FLEAGLE; SEIFFERT, 2020; RYLANDS; MENDES, 2008). São animais de hábitos diurnos (ALONSO; LANGGUTH, 1989), quadrúpedes de vida saltatória e arbórea, com locomoção vertical pelos troncos, o que facilita sua alimentação, são onívoros, alimentam-

se de grande quantidade de material vegetal como exsudatos, sementes, flores, frutos, néctar e animal como artrópodes, moluscos e pequenos vertebrados (ANKEL-SIMONS, 2007; AURICCHIO, 1995; OTONI; IZAR, 2008; VILELA; FARIA, 2004).

Figura 2 – Fluxograma da árvore filogenética da subfamília Callitrichinae e imagem de um primata do gênero *Callithrix* sp.



Fonte: Fluxograma: autores (2022); Disponível em: [http://tolweb.org/tree/ToLimages/callithrix\\_penicillata.jpg](http://tolweb.org/tree/ToLimages/callithrix_penicillata.jpg).

Acesso em: 20 de abril de 2022.

Os *Callithrix* vivem em grupos de até 13 indivíduos (VILELA; FARIA, 2004), são monogâmicos, exibem alta tolerância social e de cooperação (MUSTOE, *et al.*, 2015). São territoriais e demarcam suas áreas utilizando substâncias odoríferas produzidas por órgãos especializados (glândulas cutâneas de cheiro) e através da urina em alguns processos como aproximação de indivíduos que não fazem parte do grupo (ALONSO; LANGGUTH, 1989).

Por apresentar uma proximidade filogenética com os seres humanos, os Callitrichidae são utilizados em estudos que avaliam os aspectos relacionados ao desenvolvimento de doenças e parâmetros fisiológicos, além de serem utilizados como modelos experimentais nas áreas de nutrição, farmacologia e toxicologia (ABBOTT *et al.*, 2003; CLARK, 1994). Apesar de ser um primata muito utilizado como modelo animal em pesquisa, as informações acerca da sua morfologia são escassas, principalmente aquelas relacionadas ao membro pélvico, sendo assim carecem de maiores investigações.

## 2.3 GÊNERO *Sapajus* sp

### 2.3.1 Taxonomia: um breve histórico

Dentre os primatas neotropicais, o *Sapajus* é um dos gêneros com maior volume de informações acumuladas na literatura, tanto no papel de modelos experimentais em pesquisas biomédicas (DE PALERMO *et al.*, 1988; GARCEZ *et al.*, 2002) em investigações de campo e laboratório sobre ecologia e comportamento (HARE *et al.*, 2003; VISALBERGHI; MCGREW, 1997) como na utilização de informações anatômicas para justificar o seu comportamento (ABREU *et al.*, 2021; AVERSI-FERREIRA *et al.*, 2011a; 2011b; 2014; BARROS *et al.*, 2003; FERREIRA; PRADA, 2001; PEREIRA-DE-PAULA *et al.*, 2006). Não obstante, é considerado um dos primatas com a taxonomia mais confusa entre os mamíferos neotropicais (SILVA-JÚNIOR, 2001; TORRES DE ASSUMPCÃO, 1983), e ainda carente de informações sobre suas relações filogenéticas (QUEIROZ *et al.*, 2008). A deficiência de amostragem e a predisposição a apresentar grande polimorfismo, sendo a maioria de natureza individual, aparecendo em membros de uma mesma população, são as principais causas apontadas para essa confusão (SILVA-JÚNIOR, 2001; TORRES DE ASSUMPCÃO, 1983).

O entendimento acerca da taxonomia de *Sapajus* requer do pesquisador uma ampla revisão e análise da literatura. Neste trabalho, com o objetivo de apresentar uma linha do tempo de forma clara e resumida sobre sua taxonomia, foi desenvolvido a tabela 1.

Com o intuito de acomodar várias espécies de primatas neotropicais, em (1777), Erxleben propôs o gênero *Cebus*. Em (1913), Elliot apresentou uma chave taxonômica que dividia o gênero em dois grupos com base na presença ou não de um conjunto de pelos na região frontal da cabeça, grupo com ou sem tufo. No entanto, um consenso geral sobre essa divisão só foi possível após o trabalho de Hershkovitz (1949), sendo reconhecida apenas uma espécie, *Cebus apella* (Linnaeus, 1758), para as formas com tufo (macacos-prego). Entretanto, Hershkovitz (1949), não publicou a revisão das formas com tufo, deixando a mesma para Remington Kellogg, que faleceu antes de completar seu estudo.

Estudos posteriores mantiveram essa divisão, fundamentada na presença ou ausência de tufo, no entanto elas não chegaram a um consenso taxonômico (ALFARO *et al.*, 2012a). Cabrera (1957), dentre os táxons com tufo, reconheceu uma espécie de *Cebus apella* e dez subespécies. Em seguida, Hill (1960), publicou uma revisão taxonômica, baseada em comunicação pessoal de Remington Kellogg, reconhecendo dezesseis subespécies para essa mesma espécie.

Tabela 1 - Evolução Taxonômica do gênero *Sapajus* sp.

Ano	Autores	Informações
1777	Erxleben	Propôs o gênero <i>Cebus</i> .
1913	Elliot	Divisão do gênero em dois grupos, com ou sem tufos.
1949	Herskovitz	Apenas uma espécie, <i>Cebus apella</i> , (Linnaeus, 1758), para as formas com tufo (macacos-prego).
1957	Cabrera	Dentre os táxons com tufo reconheceu, 1 espécie, <i>Cebus apella</i> e 10 subespécies.
1960	Hill	Propôs 16 subespécies para essa mesma espécie ( <i>Cebus apella</i> ).
2000	Rylands e colaboradores	Reconheceram 4 espécies e 14 subespécies para o grupo de <i>Cebus</i> com tufo.
2001/2002	Silva-Júnior	Indicou que as formas com tufo e sem tufo deveriam ser tratadas como subgêneros distintos. O nome subgenérico disponível aplicado ao grupo com tufo foi <i>Sapajus</i> (Kerr, 1792), para o qual foram reconhecidas 7 espécies.
2001	Groves	Propôs um arranjo taxonômico para as formas com tufo, reconhecendo 4 espécies e 14 subespécies.
2012	Alfaro e colaboradores	Reconhecem <i>Cebus</i> e <i>Sapajus</i> como gêneros distintos.
2013	Rylands e colaboradores	Apresentam 8 espécies para o gênero <i>Sapajus</i> : <i>S. apella</i> , <i>S. macrocephalus</i> , <i>S. xanthosternos</i> , <i>S. robustus</i> , <i>S. nigritus</i> , <i>S. cay</i> , <i>S. libidinosus</i> e <i>S. flavius</i> .

Fonte: Autores (2022).

Uma revisão sistemática das formas de *Cebus* com tufo, foi realizada por Torres de Assumpção (1983, 1988), identificando seis áreas onde o grupo demonstrava alguma estabilidade nos caracteres examinados e formulou hipóteses acerca dos possíveis mecanismos de especiação. Entretanto, a questão taxonômica em si não foi discutida na parte da obra que não chegou a ser publicada porque esta autora faleceu antes (SILVA-JÚNIOR, 2001; TORRES DE ASSUMPÇÃO, 1983, 1988).

Rylands e colaboradores (2000), de acordo com informações encontradas na literatura, analisaram a diversidade de táxons de primatas do Novo Mundo, reconhecendo quatro espécies (*C. apella*, *C. libidinosus*, *C. nigritus* e *C. xanthosternos*) e quatorze subespécies para o grupo de *Cebus* com tufo.

Uma nova revisão taxonômica para o gênero *Cebus* foi realizada por Silva-Júnior (2001). Em um trabalho mais completo, envolvendo dados morfológicos, morfométricos, moleculares, comportamentais e ecológicos, este autor informou que as formas com tufo e sem tufo deveriam ser tratadas como subgêneros distintos. O nome subgenérico disponível aplicado

ao grupo com tufo foi *Sapajus* Kerr, 1792, para o qual foram reconhecidas sete espécies: *Cebus* (*Sapajus*) *apella* Linnaeus, 1758, *Cebus* (*Sapajus*) *macrocephalus* Spix, 1823, *Cebus* (*Sapajus*) *libidinosus* Spix, 1823, *Cebus* (*Sapajus*) *cay* Illiger, 1815, *Cebus* (*Sapajus*) *xanthosternos* Wied, 1820, *Cebus* (*Sapajus*) *robustus* Kuhl, 1820 e *Cebus* (*Sapajus*) *nigritus* Goldfuss, 1809. Ainda em 2001, Groves propôs um arranjo taxonômico para as formas com tufo, baseado em dados morfológicos, reconhecendo quatro espécies e quatorze subespécies, e revalidando vários nomes até então sob sinonímia.

Mendes Pontes e colaboradores (2006) descreveram uma nova espécie para o gênero *Sapajus*, com distribuição limitada à Mata Atlântica nordestina, ao norte do rio São Francisco: *Cebus queirozi* (MENDES PONTES; MALTA; ASFORA, 2006). No entanto, Oliveira e Langutth (2006) publicaram um estudo no qual reconheceram que essa “nova espécie” de macacos-prego é, na verdade, uma espécie descrita há 238 anos pelo naturalista alemão Johann Schreber, e chamada originalmente de *Simia flavia* Schreber, 1774. Eles então revalidaram *Simia flavia*, atualizando a nomenclatura para *Cebus flavius* (atualmente *Sapajus flavius*), e designaram um neótipo para a espécie.

Com a utilização de dados moleculares, morfológicos e ecológicos, Alfaro e colaboradores (2012a, b) corroboram com a decisão de Silva-Júnior (2001, 2002), reconhecendo *Cebus* e *Sapajus* como gêneros distintos. Para o gênero *Sapajus*, são reconhecidas atualmente oito espécies: *S. apella*, *S. macrocephalus*, *S. xanthosternos*, *S. robustus*, *S. nigritus*, *S. cay*, *S. libidinosus* e *S. flavius* (RYLANDS *et al.*, 2013).

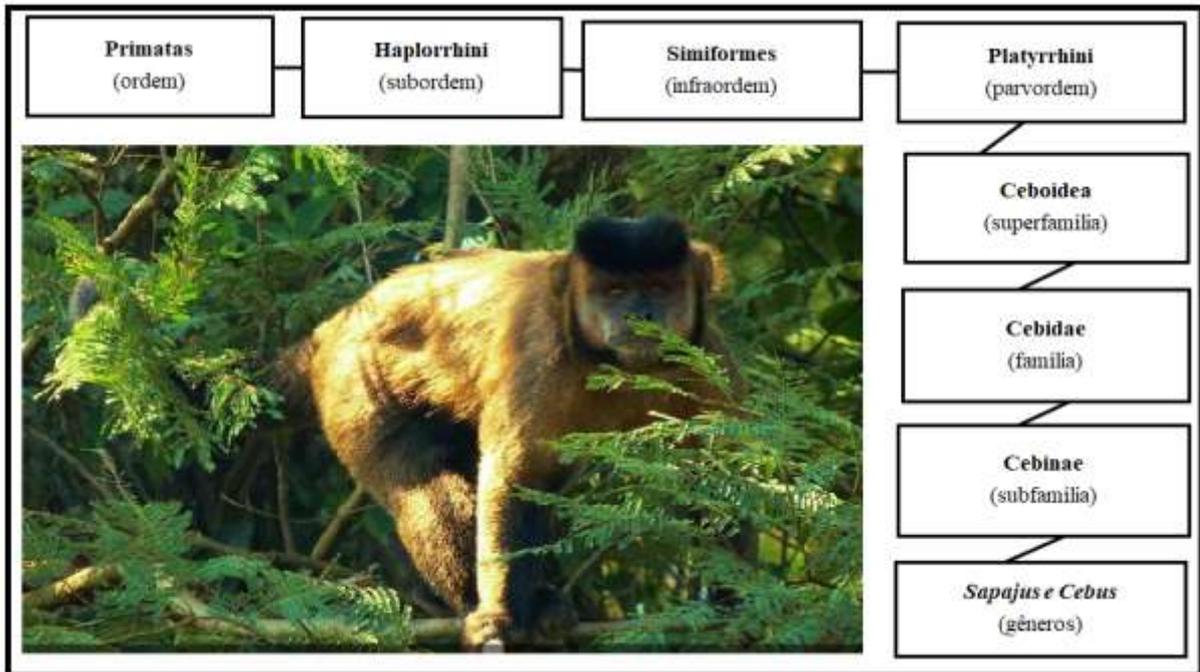
### 2.3.2 *Sapajus* sp (macaco-prego)

Os primatas neotropicais do gênero *Sapajus* (figuras 3, 4 e 5A, B e C), pertencem a ordem dos Primatas, subordem Haplorrhini, infraordem Simiformes, parvordem Platyrrhini, fazem parte da família Cebidae e subfamília Cebinae (DI FIORI *et al.*, 2014; FLEAGLE; SEIFFERT, 2020; PERELMAN *et al.*, 2011).

As principais características dos macacos do gênero *Sapajus* que os diferenciam do gênero *Cebus* é a presença de tufo na cabeça e uma anatomia corporal mais robusta (SILVA JR, 2001; ALFARO *et al.*, 2012a). Os *Sapajus* são conhecidos popularmente como macacos-prego devido a forma da sua genitália externa, que se assemelha a um prego. São animais que se adaptam bem aos diversos ambientes, o que lhes permite uma ampla distribuição geográfica. Habitam a Colômbia, Venezuela, Paraguai, Norte da Argentina e os principais biomas brasileiros, como Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica e Manguezais (figura 4)

(ALFARO *et al.*, 2012a; FRAGASZY; VISALBERGHI; FEDIGAN, 2004; LOPES, 2004; RYLANDS *et al.*, 2013).

Figura 3 – Fluxograma da árvore filogenética da subfamília Cebinae e imagem de um primata do gênero *Sapajus* sp.

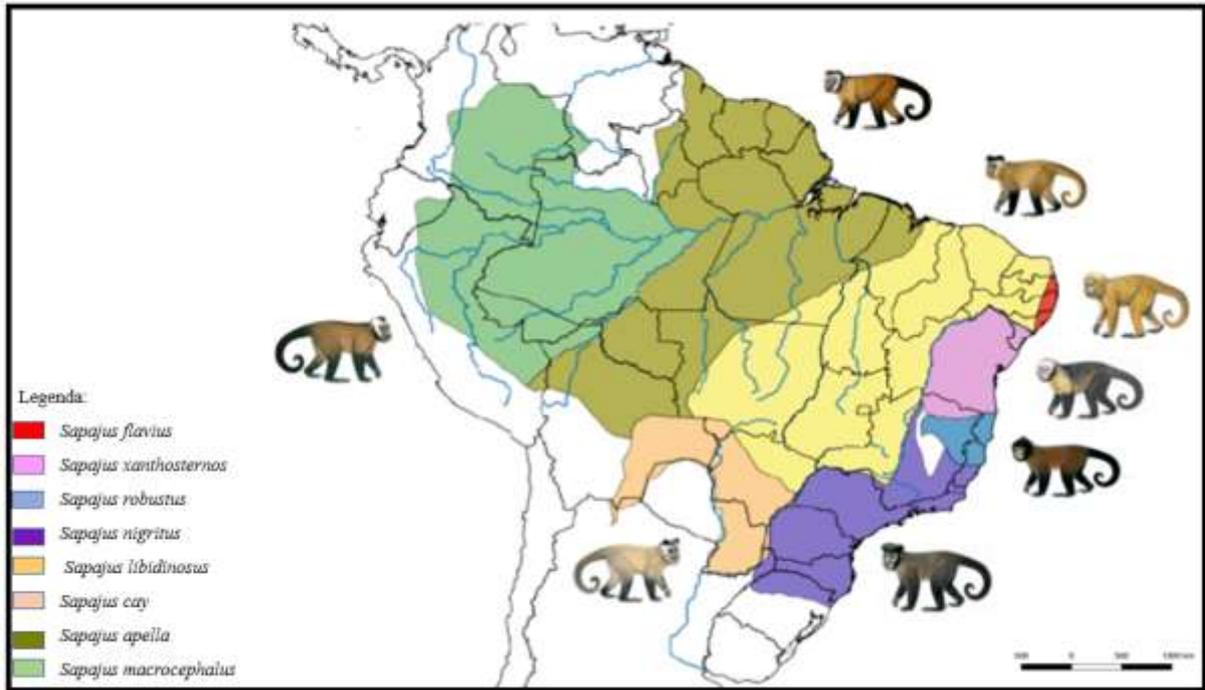


Fonte: Fluxograma: autores (2022), Disponível em: <https://wir.iucnredlist.org/450415536.jpg>. Acesso em: 20 de abril de 2022.

Estes primatas vivem em uma sociedade hierarquizada, com um macho dominante (macho alfa) e com características de cooperação entre os integrantes do grupo, como proteção, catação, partilha de alimentos entre outras, características estas que se assemelham aos chimpanzés (MANNU; OTTONI, 2009).

Os macacos-prego são onívoros e sua dieta consiste predominantemente de frutos, mas podem se alimentar de folhas, flores, néctar, raízes, ovos, insetos, pequenos mamíferos, anfíbios e répteis (FRAGASZY; VISALBERGHI; FEDIGAN, 2004; SABBATINI *et al.*, 2008). Além disso, devido à suas habilidades de manipular objetos, são capazes de explorar recursos alimentares que exigem complexas técnicas extrativas, ou o uso de ferramentas (FRAGASZY; VISALBERGHI; FEDIGAN, 2004).

Figura 4 – Mapa da distribuição do gênero *Sapajus* sp.



Fonte: ALFARO *et al.*, 2012b (adaptado pela autora).

Os *Sapajus* são preferencialmente quadrúpedes, possuem uma cauda semi-preênsil que auxilia no equilíbrio durante a locomoção e podem também se deslocar na forma de bipedalismo intermitente, o que torna esse animal um modelo de estudo para os antropologistas que pesquisam a evolução do bipedalismo humano (DEMES, 2011), além de servir de modelo para outros comportamentos que os relacionam aos apes e humanos. O bipedalismo intermitente neste animal está associado ao transporte e ao uso de ferramentas para manipulação de alimentos (figura 5, A, B e C) (DEMES, 2011; DUARTE *et al.*, 2012), às expensas de grande quantidade de energia, pois podem segurar pedras que equivalem até 40% de seu peso (FRAGASZY; VISALBERGHI; FEDIGAN, 2004).

Nas últimas décadas, vários estudos comportamentais têm-se centrado na capacidade do macaco-prego usar ferramentas (AVERSI-FERREIRA, *et al.*, 2014; OTTONI; IZAR, 2008; SOUTO *et al.*, 2011). Dentre os primatas, em seu sentido mais estrito, o uso de ferramentas só é encontrado em alguns primatas do Velho Mundo e nos apes. A única exceção entre aqueles do Novo Mundo são os *Sapajus*, que têm sido observados utilizando ferramentas, tanto em cativeiro como na natureza (OTTONI; IZAR, 2008; PARKER; GIBSON *et al.*, 1977; WAGA *et al.*, 2006). Tais estudos têm relatado que o *Sapajus* é capaz de lidar com pedras para abrir cocos, de usar varas para puxar o alimento para fora de um tubo ou para extrair o melão através

dos orifícios de uma caixa (OTTONI; MANNU, 2001; VISALBERGHI; FRAGASZY; SAVAGE-RUMBAUGH, 1995; WESTERGAARD; FRAGASZY, 1987).

Figura 5 – Deslocamento de *Sapajus* na forma de bipedalismo intermitente e transporte de ferramentas.



Fonte: Ottoni (2008).

Macacos-prego silvestres foram observados "pescando" cupins usando galhos, uma atividade até então vista apenas em chimpanzés (SOUTO *et al.*, 2011). Tais comportamentos complexos são dependentes da capacidade versátil de pinçar adequadamente (AVERSI-FERREIRA *et al.*, 2014; CHRISTEL; FRAGASZY, 2000; SPINOZZI; TRUPPA; LAGANÀ, 2004). Assim, o *Sapajus* tem demonstrado uma grande variedade de estratégias de apreensão e de manipulação, comparável aos chimpanzés e seres humanos (POUYDEBAT *et al.*, 2009, 2011).

A habilidade e a destreza manual e conseqüentemente a capacidade de usar ferramentas, está associado com o desenvolvimento da inteligência e cultura dos primatas (BYRNE, 2000; ROTH; DICKE, 2005). Este comportamento adaptativo denota uma convergência evolutiva importante, especialmente entre os macacos-prego e os chimpanzés. O uso de ferramentas pelo macaco-prego parece também ser dependente de outras convergências neurológicas, cognitivas e morfológicas (ABREU *et al.*, 2021; PERRY, 2011; POUYDEBAT *et al.*, 2009). Nesse sentido, os *Sapajus* se apresentam como um importante modelo para testar hipóteses sobre a evolução da cognição dos primatas.

Estudos evidenciam que a anatomia dos membros superiores e inferiores dos *Sapajus*, é semelhante a babuínos (ABREU *et al.*, 2012; AVERSI-FERREIRA *et al.*, 2011a, 2011b, 2014; VASCONCELOS-DA-SILVA *et al.*, 2017; FIGUEREDO *et al.*, 2021), e em termos

comportamentais, como uso de ferramentas e tolerância social, é semelhante aos chimpanzés (FRAGASZY; VISALBERGHI; FEDIGAN, 2004; OTTONI; IZAR, 2008).

Os primatas não-humanos, em especial os neotropicais têm sido bastante usados como modelo animal nas pesquisas científicas devido as suas semelhanças fisiológicas, filogenéticas, morfológicas e organização comportamental com os humanos (MANSFIELD, 2003; MELO; MATI; MARTINS, 2012).

### **2.3.3 Uso de ferramentas por primatas não humanos**

O uso de ferramentas é um aspecto importante do ser humano, assumindo assim um lugar de destaque nos relatos sobre as origens evolucionária humana. Isso inevitavelmente despertou atenção para quaisquer sinais de uso ou fabricação de ferramenta por outros animais (BYRNE, 2004). Primatas como chimpanze e macacos-prego fazem uso de ferramentas (FRAGASZY; VISALBERGHI; FEDIGAN, 2004; OTTONI; IZAR, 2008).

Os primatas existentes surgiram a mais de 85 milhões de anos (BAJPAI *et al.*, 2008; JANECKA *et al.*, 2007; KAY; ROSS; WILLIAMS, 1997; PERELMAN *et al.*, 2011), e difinem uma ordem que se destingue, dentre outros aspectos, pela grande flexibilidade de comportamento dos seus indivíduos. Comportamento este, fundamentado em informações representadas mentalmente e adquiridas individualmente, imputada, principalmente, à coleta de alimentos e relacionamento social, por isso, humanos e primatas não humanos compartilham várias adaptações cognitivas como a noção de espaço, reconhecimentos de objetos, uso de ferramentas, categorização quantificação, entendimento de relações sociais, comunicação aprendido e cognição social (TOMASELLO, 2000).

Para primatas não humanos, o termo “uso de ferrametas” relaciona-se a utilização de um objeto que esteja livre no ambiente para alterar com maior eficiência a forma, a posição ou a condição de outro objeto. É empregado também quando um indivíduo carrega a ferramenta antes ou durante o seu uso e, dessa forma, é responsável pela orientação apropriada e eficaz da mesma (BECK, 1982; BYRNE, 2000).

O uso de ferramentas por primatas não humanos do Velho Mundo, é um comportamento bem descrito, tem sido observado no ato de apoiar um coco em uma pedra e usar outra para abri-lo. Essa observação refere-se ao uso de ferramentas em sua forma mais complexa, ou seja, àquela em que há envolvimento de duas relações espaciais, uma entre o coco e o batente e outra, entre a ferramenta e o coco. Até agora, entre os primatas neotropicais, somente no gênero

*Sapajus* foi observado essa destreza (FRAGASZY; VISALBERGUI; FEDIGAN, 2004; MORIMURA; MATSUZAWA, 2001).

Os *Sapajus* usam vários objetos como ferramentas, incluindo varetas utilizadas como sonda para extrair alimento de recipientes e pedras como martelos para abrir objetos mais duros (ANDERSON, 1990; WESTERGAARD; FRAGASZY, 1987). Além disso, usam as mãos para retirar a casca das árvores em busca de pequenos insetos, e forragear, que representa a ocasião mais comum para o uso de ferramentas (BREWER; MCGREW, 1990; BOESCH, 1995; INOUE-NAKAMURA; MATSUZAWA, 1997; HUMLE; MATSUZAWA, 2002). Os macacos-prego exibem representativa inteligência que, provavelmente, interfere no entendimento dos aspectos causais de suas ações de utilização de ferramentas (VISALBERGHI; TRINCA, 1989; VISALBERGHI; LIMONGELLI, 1994; VISALBERGHI *et al.*, 1995). Estudos sobre memória e comportamento de *Cebus* spp. (agora *Sapajus*) indicam sua proximidade comportamental em relação aos chimpanzés (CONDE *et al.*, 1999; TAVARES; TOMAZ, 2002).

A demonstração da capacidade da utilização e construção inteligente de ferramentas por chimpanzés é observada em diversas ocasiões, tanto em ambiente selvagem, quanto em cativeiro (BOESCH; BOESCH, 1990; BOESCH-ACKERMAN; BOESCH, 1993; HUMLE; MATSUZAWA, 2002; TOMASELLO; GUST; FROST, 1989). Eles podem construir e usar lança para caçar em arbustos pequenos (PRUETZ; BERTOLANI, 2007), e são capazes de reconhecer quais são as características exigidas para que uma ferramenta particular funcione de forma efetiva (CELLI *et al.*, 2003; HIRATA; MORIMURA, 2000; MORIMURA; MATSUZAWA, 2001).

Estudos comportamentais mostraram que os *Sapajus* são capazes de agarrar objetos usando uma variedade de técnicas (BOESCH; BOESCH, 1993; CHRISTEL; FRAGASZY, 2000). Em uma análise anatômica realizada por Aversi-Ferreira e colaboradores (2014), foi observado que os macacos-prego manipulam objetos usando um tipo de oposição de pinça lateral. No entanto, além da observação desses aspectos associados ao entendimento da habilidade manual de *Sapajus*, faz-se necessário compreender aqueles que estão associados ao seu comportamento de bipedalismo, já que, provavelmente, foi a capacidade de se manter em pé que deu a ele condições de ter as mãos livres não só para o desenvolvimento das habilidades manuais mas também para desenvolver a capacidade deste animal de transportar objetos.

### 2.3.4 Bipedalismo em primatas não humanos

O bipedalismo é comumente realizado por uma variedade de primatas não humanos e outros mamíferos (LOVEJOY, 2005). Para primatas não humanos as propriedades da cinemática da marcha bípede foi descrita para chimpanzés cativos, bonobos (*Pan paniscus*), gibões (*Hylobates lar*), macacos japoneses (*macaca fuscata*), babuínos (*Papio anubis*) e macacos-prego (*Sapajus* sp) (BERILLON *et al.* 2010; D'AOUT *et al.* 2001, 2002; DEMES 2011; HIRASAKI *et al.* 2004; KIMURA; YAGURAMAKI 2009; OGIHARA *et al.* 2010; REYNOLDS 1987; VEREECKE *et al.* 2006a, b). O andar bípede dos primatas não humanos é realizado com uma postura de quadril e joelhos flexionados, sendo esta provavelmente a primeira forma de locomoção dos hominídeos (LOVEJOY, 2005).

O comportamento de locomoção dos primatas está intimamente ligado ao tipo de alimentação (BEZANSON, 2009). Este tipo de locomoção bípede deixa os membros superiores livres para transportar objetos e usar ferramentas (FLEAGLE, 2013). Os chimpanzés selvagens (*Pan troglodytes*) permanecem bípedes cerca de 1% do dia (DORAN, 1992, 1993). Eles normalmente se locomovem bipedalmente para transportar alimentos e carregar vários itens alimentares de uma só vez (CARVALHO *et al.*, 2012).

Macacos-prego (*Sapajus libidinosus*), durante o transporte de objetos de rotina, oferecem uma oportunidade para examinar algumas características da marcha bípede. Os transportes contínuos proporcionam uma situação ideal para observar o transporte bípede espontâneo de cargas (MASSARO *et al.*, 2016).

Conhecer a morfologia dos *Sapajus*, é necessário, não só para a preservação da espécie, mas também para fornecer base concreta para futuros experimentos relacionados ao comportamento destes animais (AVERSI-FERREIRA *et al.*, 2006a). A dissecação do membro pélvico desses animais permite a observação e a coleta de dados dos músculos responsáveis por seus movimentos, suas prováveis limitações assim como sua inervação e vascularização.

## 2.4 SISTEMA MUSCULAR: GENERALIDADES

Durante o Renascimento, com o despertar da ciência, o interesse pelos músculos era inelutável, Leonardo da Vinci, por exemplo, dedicou muito de seu pensamento à análise dos músculos e de suas funções. Durante os anos subsequentes, uma série de cientistas deram vida aos músculos com o nascimento da neurofisiologia e a descoberta de que a contração muscular

poderia ser provocada pela colocação da extremidade livre de um nervo através de um músculo (BASMAJIAN; DE LUCA, 1985).

Os músculos são os órgãos ativos do movimento (DI DIO; AMATUZZI; CRICENTI, 2003), são máquinas para converter energia química em trabalho mecânico. Na maioria dos animais o tecido muscular é o mais abundante (HICKMAN *et al.*, 2009), nos vertebrados, pode constituir de um terço à metade do seu volume (ROMER; PARSONS, 1985). De acordo com as características histológicas e fisiológicas, as células (fibras) musculares se diferenciam para formar três tipos de tecido muscular, o esquelético, o cardíaco e o liso (STANDRING, 2008; TESTUT; LATARJET, 1969). O músculo esquelético, por possuir relevância para fins de descrição do presente estudo, será apresentado a seguir.

O músculo esquelético ou estriado esquelético em sua maioria, fixam-se de forma direta ou indireta aos ossos, cartilagens, ligamentos ou fâscias ou a alguma associação dessas estruturas. Alguns músculos estão fixados a órgãos, pele e mucosas (MOORE; PERSAUD, 2008; STANDRING, 2008). A maior parte do tecido muscular do corpo é formado por este tipo de músculo que é constituído de células cilíndricas muito longas, não ramificadas e com estriações transversais (STANDRING, 2008).

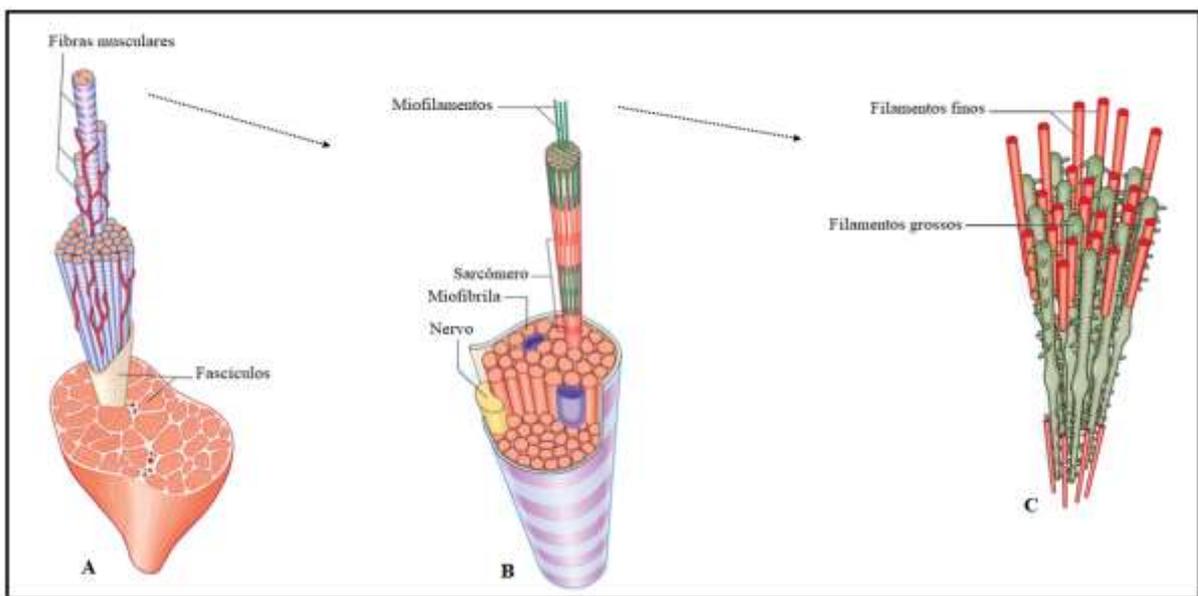
O músculo esquelético é capaz de realizar contrações rápidas e vigorosas (HICKMAN *et al.*, 2009; STANDRING, 2008), portanto, estes músculos possuem a função de movimentar o corpo ou suas partes, viabilizando atividades como andar, correr e mastigar. Estes asseguram ainda a estática do corpo, estabilizam as articulações flexíveis e mantêm a postura (MOORE; PERSAUD, 2008; VAN DE GRAAFF, 2003).

A inervação do músculo esquelético é feita por um ou mais nervos (MOORE; PERSAUD, 2008; STANDRING, 2008; TESTUT; LATARJET, 1969). Estes, são frequentemente denominados “nervos mistos”, mas eles contêm ao mesmo tempo componentes aferente e eferente (MOORE; PERSAUD, 2008; STANDRING, 2008). Na maioria das vezes, o nervo percorre o seu trajeto junto com os vasos sanguíneos principais dentro de um feixe neurovascular, aproxima-se do músculo perto da sua fixação menos móvel e entra na superfície profunda em uma posição que é mais ou menos constante para cada músculo. Dentro do músculo, os nervos viajam através dos septos epimisiais e perimisiais antes de entrar no fino tecido endomisial em torno das fibras musculares (STANDRING, 2008).

Os músculos esqueléticos estão conectados aos ossos por tendões, que são formados por tecido conjuntivo elástico que transmitem força do músculo para o osso (TESTUT; LATARJET, 1969; MOORE; PERSAUD, 2008; STANDRING, 2008). A parte do músculo responsável por gerar a força é o corpo, e ao redor deste, de forma contínua, está o tecido

conjuntivo dos tendões, denominado epimísio. Mais tecido conjuntivo denominado perimísio, estende-se para o corpo do músculo, dividindo-o em numerosos feixes (fascículos) de fibras musculares individuais. Estes fascículos contêm inúmeras células musculares (fibras musculares) (figura 6A e B). Cada fibra muscular percorre toda a extensão do músculo e é revestida por uma bainha de tecido conjuntivo, o endomísio. Diferentemente da maioria das células, que têm um único núcleo, as fibras musculares têm muitos núcleos. Esses estão localizados imediatamente abaixo da membrana plasmática da fibra muscular, denominada sarcolema (STANDRING, 2008; STANFIELD, 2014).

Figura 6- Organização interna de um músculo esquelético (fascículos, fibras isoladas, miofibrilas e miofilamentos).



Fonte: Standring (2008).

As fibras musculares em seu citoplasma semifluido, o sarcoplasma, contêm mitocôndrias e centenas de elementos cilíndricos dispostos em feixes, as miofibrilas, as quais contêm a maquinaria contrátil da fibra. Cada miofibrila reúne um feixe de filamentos grossos e finos sobrepostos (figura 6C), compostos pelas proteínas miosina e actina, respectivamente. Também no sarcoplasma, circundando as miofibrilas de cada fibra muscular, existe uma rede de reservatórios envolvidos pela membrana denominada retículo sarcoplasmático (RS), este tem uma organização especial que é muito importante para o controle da contração muscular e está intimamente associada a outras estruturas denominadas túbulos transversais (túbulos T), que são contínuos ao sarcolema e penetram no interior da célula. Próximo aos túbulos transversais o retículo sarcoplasmático tem dilatações denominadas sacos laterais ou cisternas terminais, que armazenam cálcio. Cada túbulo T está associado a dois sacos laterais, formando

uma tríade. Assim como o RS, o túbulo T têm papel importante na ativação de contrações musculares, eles colaboram na transmissão de sinais do sarcolema para as miofibrilas, permitindo que a célula muscular responda a impulsos neurais. O retículo sarcoplasmático tem como função armazenar íons cálcio, estes são liberados em respostas a sinais elétricos transmitidos do sarcolema para os túbulos T, e servem como mensageiros químicos que conduzem esses sinais para as miofibrilas, a fim de iniciar a contração (GUYTON; HALL, 2003; STANDRING, 2008; STANFIELD, 2014).

Quando um músculo contrai e encurta, uma de suas inserções geralmente permanece fixa, enquanto a outra, normalmente, mais móvel é puxada em direção a ele, muitas vezes resultando em movimento (STANFIELD, 2014). Isso ocorre devido o potencial excitável da membrana do sarcolema fazendo com que os potenciais de ação gerados na junção neuromuscular se propaguem rapidamente sobre a superfície inteira da fibra muscular. Os potenciais de ação são conduzidos para o interior da fibra pelos túbulos T, extensões do sarcolema, assegurando que todas as partes da fibra muscular sejam ativadas rápida e quase sincronicamente. O acoplamento excitação-contração é o processo pelo qual um potencial de ação dispara a liberação de cálcio das cisternas terminais do retículo sarcoplasmático para dentro do citosol. Isso ativa um interruptor sensível ao cálcio nos filamentos finos e assim inicia a contração. Ao término da excitação, a membrana T tubular se repolariza, cessa a liberação de cálcio, íons cálcio são ativamente transportados de volta para as reservas de calsequestrina no retículo sarcoplasmático pelas bombas de cálcio-ATPase e o músculo relaxa (GUYTON; HALL, 2006; STANDRING, 2008).

Cada músculo de acordo com sua forma e disposição possui uma relação direta com a natureza de sua ação e a força por ele executada. Gerar um padrão comum dentre os mamíferos é complexo, principalmente devido as variações da disposição muscular nas diversas espécies (ORR, 1986), no entanto, essa é uma tarefa essencial, pois a caracterização anatômica dos músculos fornece informações relevantes sobre os hábitos alimentares, força e comportamento dos animais (AVERSI-FERREIRA, *et al.*, 2006b).

#### **2.4.1 Músculos da coxa**

Os membros inferiores são extensões do tronco especializadas para sustentação do peso do corpo, locomoção e manutenção do equilíbrio (MOORE; PERSAUD, 2008). A função dos músculos do membro inferior é a manutenção do equilíbrio durante a locomoção, e sua função raramente é enfatizada na postura. Frequentemente, muitos músculos agem a partir de suas

inserções distais. Durante a locomoção e manutenção da postura, a inserção distal geralmente encontra-se fixa e a inserção proximal móvel. No membro inferior muitos músculos agem em mais de uma articulação, sendo pouco usual a ação isolada de uma única articulação (STANDRING, 2008).

Os músculos da coxa são organizados em três compartimentos funcionais, anterior ou extensor, medial ou adutor, e posterior ou flexor, denominados de acordo com a localização ou ação na articulação do joelho. Embora os compartimentos variem em tamanho absoluto e relativo dependendo do nível, o compartimento anterior é o maior, de modo geral, e inclui o fêmur (MOORE; PERSAUD, 2008; STANDRING, 2008).

A presença e a posição do colo do fêmur fazem com que a diáfise femoral seja oblíqua, o que significa que os músculos anteriores (extensores do joelho), ou seja, o quadríceps corra obliquamente em direção distal e medial, tracionando a patela (que é direcionada lateral e proximalmente). Os músculos adutores ocupam a região entre o quadríceps e a margem medial da coxa. Eles estão inseridos distalmente na face posterior do fêmur, localizando-se mais posteriormente do que o quadríceps. O grupo de músculos posteriores, os flexores (do joelho), localiza-se atrás dos adutores e realizam a extensão da coxa (MOORE; PERSAUD, 2008; STANDRING, 2008).

Um dos objetivos do presente estudo é a descrição da anatomia macroscópica dos músculos da região posterior da coxa dos primatas neotropicais *Sapajus* sp e *Callithrix* sp, portanto, segue uma descrição mais detalhada deste grupo muscular.

Os músculos da região posterior da coxa ou (femorais posteriores, isquiotibiais, do “jarrete”), são o biceps femoral, semimembranoso e semitendinoso. Em humanos modernos eles cruzam tanto a articulação do quadril quanto a articulação do joelho, integrando os movimentos de extensão do quadril com a flexão do joelho. A medida que se estendem na parte posterior do joelho, os músculos formam as margens proximais (lateral e medial) da fossa poplíteia (MOORE; PERSAUD, 2008; STANDRING, 2008; TESTUT; LATARJET, 1969). A descrição completa dos músculos da região posterior da coxa (origens, inserções, vascularização e inervação), de todos os primatas estudados na pesquisa encontra-se nas tabelas 3, 4 e 5 e o quadro 1 traz a descrição e principais ações dos músculos da região posterior da coxa de humanos modernos.

Quadro 1 – Descrição e ação dos músculos da região posterior da coxa de humanos modernos (bíceps femoral, semimembranoso e semitendinoso).

MÚSCULOS	DESCRIÇÃO	PRINCIPAIS AÇÕES
<b>Bíceps femoral</b>	É fusiforme, tem duas cabeças, a cabeça longa cruza a articulação do quadril e do joelho.	Extensão do quadril. Quando o joelho se encontra em semiflexão, pode agir como rotador lateral, assim como quando o quadril está estendido.
<b>Semimembranoso</b>	É um músculo largo, varia consideravelmente de tamanho, recebe este nome em virtude da forma achatada de sua inserção superior.	Quando o joelho está em semiflexão, podem agir como rotadores medial da perna sobre a coxa, na articulação do joelho. Quando o quadril está estendido,
<b>Semitendinoso</b>	Possui um tendão comprido e seu ventre muscular é fusiforme.	realizam a rotação medial do quadril.

Fonte: Autores (2022), literatura consultada (MOORE; PERSAUD, 2008; STANDRING, 2008; TESTUT; LATARJET, 1969).

Em conjunto, os músculos da região posterior da coxa, ao agirem a partir de suas inserções proximais, flexionam o joelho e a partir de suas inserções distais, esses músculos estendem o quadril, puxando o tronco para cima em posição ereta, a partir de uma postura curvada, contra a influência da gravidade; neste caso, o bíceps femoral é o principal agente (STANDRING, 2008).

Quando o joelho estiver em semiflexão, o bíceps femoral pode agir como rotador lateral e o semimembranoso e o semitendinoso como rotadores mediais da perna sobre a coxa, na articulação do joelho. Quando o quadril está estendido, o bíceps femoral é um rotador lateral e o semimembranoso e o semitendinoso são rotadores mediais do quadril. Assim como no caso do quadríceps femoral, dos adutores e do glúteo máximo, os músculos posteriores da coxa ficam em estabilidade na posição de pé sem esforço. Entretanto, qualquer ação que leve o centro de gravidade para a frente do eixo transversal através das articulações do quadril (p. ex., alcançar um objeto à frente, balançar-se para a frente sobre os tornozelos ou inclinar-se para a frente sobre os quadris) é imediatamente acompanhada pela contração dos músculos do compartimento posterior (MOORE; PERSAUD, 2008; STANDRING, 2008).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 AMOSTRAS

Foram utilizados dez espécimes adultos de macaco-prego (*Sapajus* sp), pesando de 2,0 a 3,5 kg. Nos animais analisados as genitálias já haviam sido dissecadas, portanto o sexo não pode ser identificado, com exceção de um macho.

Para o gênero *Callithrix* sp (saguís), foram utilizados na dissecação três espécimes adultos, pesando de 350 a 500g, sendo dois machos e uma fêmea.

Nenhum animal foi eutanasiado para os fins deste estudo. Todos sofreram mortes acidentais em seus *habitats* naturais e foram adquiridos da coleção anatômica do Museu de Morfologia da Universidade Federal do Tocantins – UFT e do Instituto Natureza do Tocantins – NATURATINS.

#### 3.2 PREPARAÇÃO DOS ANIMAIS PARA DISSECAÇÃO

Todos os procedimentos envolvendo os animais foram feitos em conformidade com as diretrizes da Sociedade Brasileira de Experimentação Animal (COBEA). Após a tricotomia com lâmina de barbear, os animais foram incubados em água à temperatura ambiente por 10-12 horas; e, em seguida, receberam formaldeído a 10% com perfusão de glicerina a 5% pela veia femoral para fixação. Os animais foram conservados em formol a 10% em cubas opacas e cobertas para evitar a penetração da luz e evaporação do formaldeído.

#### 3.3 DISSECAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO

A dissecação da coxa foi realizada com ênfase nos músculos isquiotibiais (bíceps femoral, semitendinoso e semimembranoso), o procedimento foi registrado usando uma câmera digital (SONY make believe, 16.2 Mega pixels). A nomenclatura muscular é, sempre que possível, a mesma usada na anatomia humana (Federative International Programme for Anatomical Terminology, 2019), incluindo a posição anatômica, e o livro de Swindler e Wood (1973). Os dados coletados para estes animais foram analisados e comparados com os padrões descritos para *Papio*, *Hylobates*, *Pongo*, *Gorilla*, *Pan* e *Homo*.

### 3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Baseado nos estudos de Aversi-Ferreira (AVERSI-FERREIRA 2009, AVERSI-FERREIRA *et al.*, 2011, AVERSI-FERREIRA *et al.*, 2014, AVERSI-FERREIRA; NISHIJO; AVERSI-FERREIRA, 2015; AVERSI-FERREIRA *et al.*, 2016), utilizou-se o método comparativo não-paramétrico para associar as diferentes espécies aos seus conceitos anatômicos de normalidade e variação em variáveis nominais, que permite correlacionar as características musculares tendo como base os números, conforme explicado a seguir.

Os valores para as estatísticas mostradas na tabela 2 foram baseados nas seguintes fórmulas:

$$P_{ijk} = \frac{r_{v(ijk)}}{N}$$

onde  $P$  é a frequência relativa,  $N$  é o número total de estruturas analisadas das amostras e  $r_v$  é o número de estruturas normais.

$$PAF = P_{w(ij)} = \frac{\sum_{k=1}^q w_k \times P_{ijk}}{\sum_{k=1}^q w_k}$$

onde  $P_{ijk}$  é a frequência relativa e  $w_k$  é o coeficiente ponderado ligado a um determinado parâmetro (ou seja, inervação, origem, inserção, vascularização, número de cabeças),

$$P_{w(i)} = \frac{\sum_{j=1}^{m_j} P_{w(ij)}}{m_j}$$

onde  $m_j$  é o número de estruturas estudadas para cada coxa; neste trabalho,  $m = 3$  (três músculos).

Tabela 2- Métodos gerais para cálculo de semelhanças dos músculos posteriores da coxa entre *Sapajus* sp e outras espécies.

Espécies		<i>Sapajus</i> sp (espécie controle) (i = 1)			<i>Hylobates</i> (i = 4)			<i>Pan</i> (i = 7)		
Estruturas investigadas		Bíceps femoral	Semimembranoso	Semitendinoso	Bíceps femoral	Semimembranoso	Semitendinoso	Bíceps femoral	Semimembranoso	Semitendinoso
<b><math>P_{ijk}</math></b>	Pesos específicos para as variáveis									
Inervação (k = 1)	w <sub>1</sub> (=2)	P <sub>111</sub>	P <sub>121</sub>	P <sub>131</sub>	P <sub>411</sub>	P <sub>421</sub>	P <sub>431</sub>	P <sub>711</sub>	P <sub>721</sub>	P <sub>731</sub>
Origem (k = 2)	w <sub>2</sub> (=1)	P <sub>112</sub>	P <sub>122</sub>	P <sub>132</sub>	P <sub>412</sub>	P <sub>422</sub>	P <sub>432</sub>	P <sub>712</sub>	P <sub>722</sub>	P <sub>732</sub>
Inserção (k = 3)	w <sub>3</sub> (=1)	P <sub>113</sub>	P <sub>123</sub>	P <sub>133</sub>	P <sub>413</sub>	P <sub>423</sub>	P <sub>433</sub>	P <sub>713</sub>	P <sub>723</sub>	P <sub>733</sub>
Médias ponderadas para um único músculo (PAF = $P_{w(ij)}$ )		$P_{w(11)}$	$P_{w(12)}$	$P_{w(13)}$	$P_{w(41)}$	$P_{w(42)}$	$P_{w(43)}$	$P_{w(71)}$	$P_{w(72)}$	$P_{w(73)}$
Médias ponderadas para vários músculos ( $P_{w(ij)}$ ) ( $P_{w(i)}$ )		$P_{w(1)}$			$P_{w(4)}$			$P_{w(7)}$		
<b>GCAI = <math> P_{w(i)} - P_{w(i')} </math></b>					$ P_{w(1)} - P_{w(2)} $			$ P_{w(1)} - P_{w(s)} $		

Fonte: Autores (2022).

Legenda:  $P_{ijk}$  = proporção de músculos normais, onde i representa espécies individuais, j representa estruturas individuais e k representa parâmetros individuais dos músculos.

O Índice Anatômico Comparativo ( $CAI_{ii'}$ ) representa uma diferença absoluta de médias ponderadas ( $P_{w(ij)}$ ) de uma única estrutura entre a **espécie controle** (i) e outras não controle (i'). Para comparar uma estrutura (j = 1) com um parâmetro (k = 1) entre as espécies controle (i = 1) e não controle (i' = 2), a fórmula pode ser modificada, como segue:

$$CAI_{12} = \left| P_{w(11)} - P_{w(21)} \right|$$

onde  $i = 1$ , e  $i' = 2$ .

Nota-se que o  $CAI_{ii'}$  varia de 0 a 1, ou seja,  $0 \leq CAI_{ii'} \leq 1$ . Isso porque o valor máximo de  $P_{w(ij)}$  é 1 e o mínimo é 0.

$$P_{w(i)} = \frac{\sum_{j=1}^{m_j} P_{w(ij)}}{m_j}$$

onde  $m_j$  é o número de estruturas estudadas; neste estudo,  $m = 3$  (três músculos).

$$GCAI_{ii'} = \left| P_{w(i)} - P_{w(i')} \right| \quad \text{ou}$$

$$GCAI_{ii'} = \left| \frac{\sum_{j=1}^{m_j} P_{w(ij)}}{m_j} - \frac{\sum_{j=1}^{m_j} P_{w(i'j)}}{m_j} \right|$$

O  $GCAI$  representa um valor que indica a distância dos três músculos da coxa em cada espécie daqueles de *Sapajus* sp (espécie referência). Para  $GCAI$ , os valores mais próximos de 1 para uma espécie indicam mais semelhanças com a referência.

Os valores de i para as espécies foram assumidos como *Sapajus* [i=1], *Callithrix* [i=2], *Papio* [i=3], *Hylobates* [i=4], *Pongo* [i=5], *Gorilla* [i=6], *Pan* [i=7], *Homo* [i=8].

Para cálculo das diferenças entre as origens e inserções, foi utilizado um arranjo lógico dos números. Para o bíceps femoral foram citadas 1 cabeça de origem, com três variações. Foram citadas duas cabeças separadas e duas cabeças não completamente separadas, mas, para efeito do cálculo estatístico a interpretação como sendo 2 cabeças, pois foi uma variação no ponto de origem, independente se ocorreu ou não troca de fibras foi considerado como duas

cabeças. Desse modo, as origens foram: 1] duas cabeças considerando a origem específica como espinha ilíaca ou trocânter maior; e 2] uma cabeça considerando as origens específicas para cada caso. Dentro desse escopo para duas cabeças o valor  $P_{ijk}$  foi dado por 0,5 em relação ao *Sapajus* que possui uma cabeça.

A vascularização, por falta de dados na literatura para a maioria dos primatas, não foi usada, e seria para não gerar discrepâncias, não obstante seria de peso igual a 1.

Quanto à inervação, o nervo chamado flexores da coxa para os primatas não humanos não é encontrado na literatura atual para humanos, então, conclui-se que se trata dos ramos musculares do nervo isquiático para os músculos posteriores ou do jarrete. Como o nervo isquiático gera os nervos fibular e tibial comuns, quando esses foram citados na inervação dos músculos, o nervo isquiático foi considerado, pois a divisão anatômica dos nervos não gera diferença para as fibras medulares que inervam os músculos e são transportadas pelos nervos.

### 3.5 ASPECTOS ÉTICOS

A pesquisa sobre esses primatas foi aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Goiás (CoEP-UFG 81/2008, com autorização do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA n° 15275), e pela Comissão de Ética em Pesquisa Animal da Universidade Federal do Tocantins (COEP-UFT n° 23101.003220/2013-85), (Anexo A e B, respectivamente).

## 4 RESULTADOS

No presente estudo, as informações anatômicas (origem, inserção, vascularização e inervação) e Índice Anatômico Comparativo (CAI) e (GCAI) dos músculos da região posterior da coxa para *Sapajus* sp (espécie de referência) e *Callithrix* sp, foram dissecados e feita uma comparação mais detalhada. Para *Papio*, *Hylobates*, *Pongo*, *Gorilla*, *Pan* e *Homo*, os dados foram coletados da literatura consultada e estão descritos nas tabelas 3, 4 e 5.

Os músculos da região posterior da coxa (isquiotibiais) são bíceps femoral, semimembranoso e semitendinoso. Eles cruzam as articulações do quadril e do joelho, são responsáveis pela flexão da perna, mas quando o joelho se encontra fixo, eles também estendem ou retraem a coxa.

### 4.1 MÚSCULO BÍCEPS FEMORAL

O músculo bíceps femoral em *Sapajus* (figuras 7A e 8A), apresenta apenas uma cabeça com origem na tuberosidade isquiática, látero-posterior, trocando fibras com o músculo semitendinoso. Apresenta uma longa inserção, iniciando na fáscia lata distalmente, na fáscia lateral da cápsula articular do joelho e na fáscia muscular lateralmente no terço proximal da perna e é inervado por um ramo do nervo isquiático e suprido pela artéria femoral.

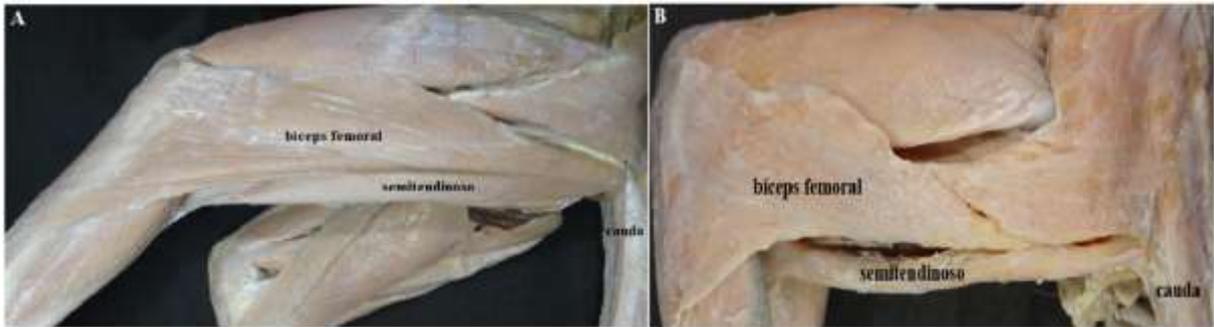
Da mesma forma, em *Callithrix* (figuras 7B e 8B) o bíceps femoral, apresenta apenas uma cabeça com origem na tuberosidade isquiática. Insere-se na fáscia lata, tendão patelar, e na fáscia lateral no terço proximal da perna, é inervado por um ramo do nervo isquiático e suprido por um ramo muscular da artéria femoral e da artéria femoral circunflexa medial. Seu CAI<sub>12</sub> é de 0.125 em relação a *Sapajus*.

Figura 7- Fotos da coxa esquerda, vista posterior, (A) *Sapajus*, (B) *Callithrix*. Os músculos são indicados pelo nome na estrutura.



Fonte: Autores (2022).

Figura 8- Fotos das coxas esquerdas, vista posterolateral, (A) *Sapajus*, (B) *Callithrix*. Os músculos são indicados pelo nome na estrutura.



Fonte: Autores (2022).

#### 4.2 MÚSCULO SEMIMEMBRANOSO

Em *Sapajus*, o músculo semimembranoso (figura 7A), tem sua origem na tuberosidade isquiática. Insere-se no côndilo medial da tíbia, é innervado por um ramo do nervo isquiático e suprido pelas artérias poplítea e femoral.

O semimembranoso (figura 7B) em *Callithrix*, tem origem na tuberosidade isquiática, abaixo da origem da porção isquiática do músculo semitendinoso. Insere no côndilo medial da tíbia. Innervado por um ramo do nervo isquiático e suprido por ramos muscular da artéria femoral e da artéria femoral circunflexa medial. Seu CAI<sub>12</sub> foi de 0 em relação a *Sapajus*.

#### 4.3 MÚSCULO SEMITENDINOSO

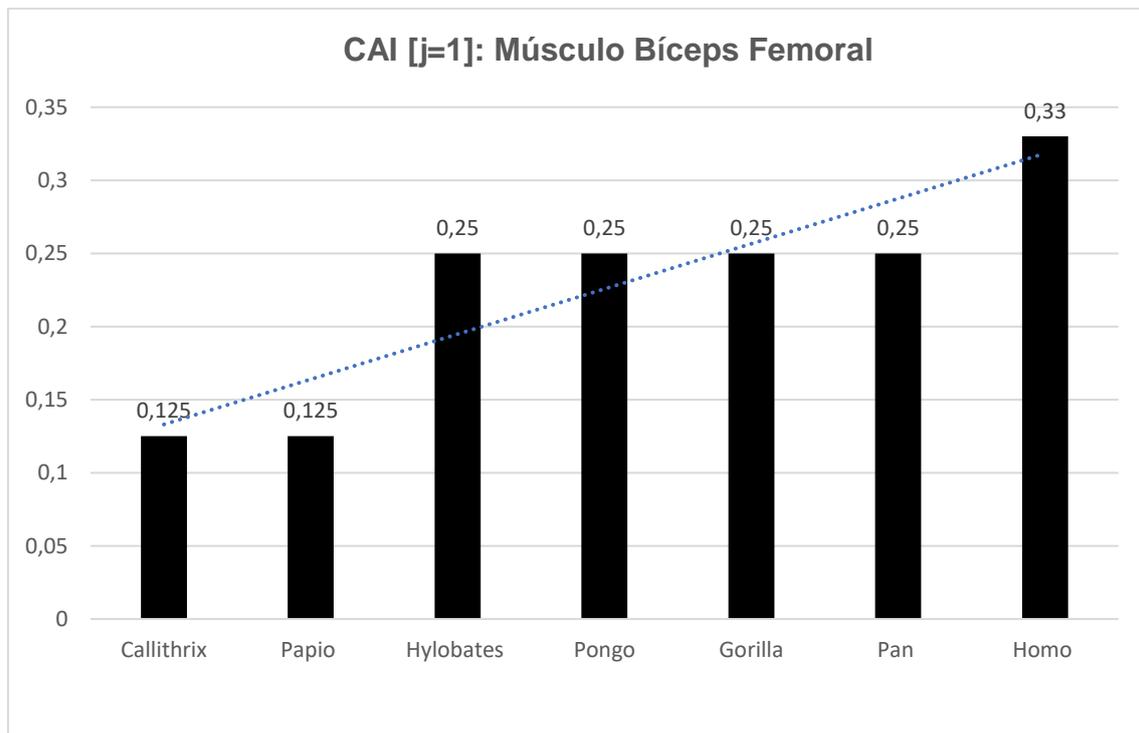
O músculo semitendinoso (figuras 7A e 8A) em *Sapajus* apresenta uma única cabeça com origem na tuberosidade isquiática, troca fibras com o músculo bíceps femoral. Insere-se no terço proximal na região anterior da tíbia, é innervado por um ramo do nervo isquiático e suprido pela artéria femoral profunda.

Diferentemente, em *Callithrix* (figuras 7B e 8B), o semitendinoso apresenta duas cabeças em sua origem. A cabeça caudal e a cabeça isquiática. A cabeça caudal origina-se da terceira vértebra caudal. Já a cabeça isquiática origina-se na tuberosidade isquiática. Este músculo tem sua inserção na região medial do terço proximal da tuberosidade da tíbia, profundo à inserção do músculo grácil. Innervado por um ramo do nervo isquiático e suprido por um ramo muscular da artéria circunflexa medial. Seu CAI<sub>12</sub> foi de 0.375 em relação a *Sapajus*.

## 5 DISCUSSÃO

Para o músculo bíceps femoral a diferença entre *Sapajus* e os demais primatas aqui estudados ocorreu devido as divergências no número de cabeças, em suas origens e inserções (BEDDARD, 1893; FERRERO, 2011; GIBBS, 1999; HEPBURN, 1892; PREJZNER-MORAWSKA; URBANOWICK, 1971; RAVEN 1950; SIGMON, 1974; STANDRING, 2008; SWINDLER; WOOD, 1973), gerando assim diferenças nos valores dos CAIs *Callithrix* [CAI<sub>12</sub>=0.125], *Papio* [CAI<sub>13</sub>=0.125], *Hylobates* [CAI<sub>14</sub>=0.25], *Pongo* [CAI<sub>15</sub>=0.25], *Gorilla* [CAI<sub>16</sub>=0.25], *Pan* [CAI<sub>17</sub>=0.25] e humanos modernos [CAI<sub>18</sub>=0.33] (gráfico 1).

Gráfico 1- CAI para o músculo bíceps femoral representando a diferença entre *Sapajus* sp e os demais primatas do estudo.



Fonte: Autores (2022).

Para os primatas *Sapajus* e *Callithrix*, esse músculo possui apenas uma cabeça. Semelhante a *Papio* (SWINDLER; WOOD). Para os demais primatas deste estudo possuem duas cabeças (BEDDARD, 1893; FERRERO, 2011; GIBBS, 1999; HEPBURN, 1892; PREJZNER-MORAWSKA; URBANOWICK, 1971; RAVEN 1950; SIGMON, 1974; STANDRING, 2008; SWINDLER; WOOD, 1973). No entanto, para *Hylobates*(7/9), *Pongo*(4/9) e *Pan* (21/26), Gibbs (1999) comenta que foi observado uma fusão nas duas cabeças.

*Sapajus* e *Callithrix*, primatas Neotropicais (ANKEL-SIMONS, 2007), apresentam origem do músculo bíceps femoral na tuberosidade isquiática. Semelhante a *Papio* (SWINDLER; WOOD, 1973). No entanto, para o primeiro foi observado uma troca de fibras com o músculo semitendinoso. *Callithrix* [CAI<sub>12</sub>=0.125] e *Papio* [CAI<sub>13</sub>=0.125], foram os primatas que mais apresentam semelhanças com *Sapajus* para este músculo, com variação significativa na inserção.

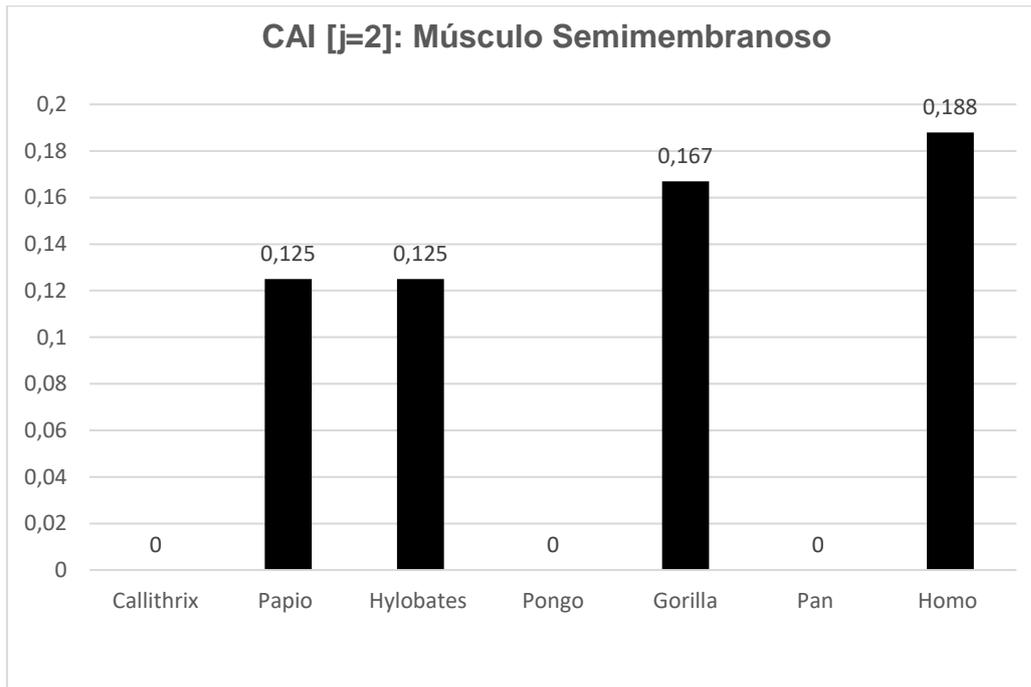
Para todos os primatas do estudo foi verificado uma inervação semelhante, nervo isquiático e/ou ramos dele. A vascularização, em *Sapajus* e *Callithrix* é feita pela artéria femoral e/ou ramos desta, para os demais primatas do Velho Mundo não foram encontrados dados da irrigação deste músculo, exceto para humanos modernos (BEDDARD, 1893; FERRERO, 2011; GIBBS, 1999; HEPBURN, 1892; PREJZNER-MORAWSKA; URBANOWICK, 1971; RAVEN 1950; SIGMON, 1974; STANDRING, 2008; SWINDLER; WOOD, 1973).

O músculo semimembranoso é idêntico entre *Sapajus*, *Callithrix*, *Pongo* e *Pan* [CAI=0.000]. Não obstante, foram observadas algumas diferenças entre o primata de referência *Sapajus* em relação a *Papio* [CAI=0.125], *Hylobates* [CAI=0.125], *Gorilla* [CAI=0.167] e humanos modernos [CAI=0.188] (gráfico 2). As origens apresentam variações em relação ao número de cabeças, ou seja, *Papio* possui duas cabeças, a própria e a acessória, ambas com origem na tuberosidade isquiática (SWINDLER; WOOD, 1973), *Hylobates* e *Gorilla*, possuem origens na tuberosidade isquiática, inferior e lateral ao músculo semitendinoso (FERRERO, 2011; GIBBS, 1999; RAVEN 1950) e humanos modernos tem sua origem na tuberosidade isquiática (STANDRING, 2008; SWINDLER; WOOD, 1973), idêntico a *Sapajus*.

Em relação a inserção deste mesmo músculo, foi observado algumas diferenças entre o primata de referência *Sapajus* e *Papio*, o segundo possui inserções diferentes para a cabeça própria e a acessória, a primeira insere-se no côndilo medial da tíbia e a segunda insere-se na diáfise medial do fêmur até o côndilo medial (SWINDLER; WOOD, 1973). Já em *Hylobates*, a inserção é na superfície posterior do côndilo medial da tíbia e ligamento tibial colateral (FERRERO, 2011; GIBBS, 1999). Em *Gorilla*, sua inserção é na superfície posterior do côndilo medial da tíbia e inserções adicionais na fáscia poplíteia, e na parede posterior da cápsula do joelho através do ligamento poplíteo oblíquo (FERRERO, 2011; GIBBS, 1999; RAVEN 1950). Já em humanos modernos sua inserção é através de um tendão que ao nível do joelho se divide em 5 componentes, o principal se insere no tubérculo tendíneo na face posterior do côndilo medial da tíbia, os demais tendões são (1) uma série de deslizamentos para a margem medial da tíbia, imediatamente atrás do ligamento medial colateral, (2) uma expansão fibrosa fina para a fáscia sobre o poplíteo (3) um tendão semelhante a um cordão para o lábio inferior e parte

adjacente do sulco na parte posterior do côndilo medial da tibia, profundo ao ligamento colateral medial, e (4) uma forte expansão que passa obliquamente para cima para a linha intercondilar do fêmur e côndilo lateral do fêmur e forma boa parte do ligamento obliquo poplíteo da articulação do joelho (STANDRING, 2008; SWINDLER; WOOD, 1973).

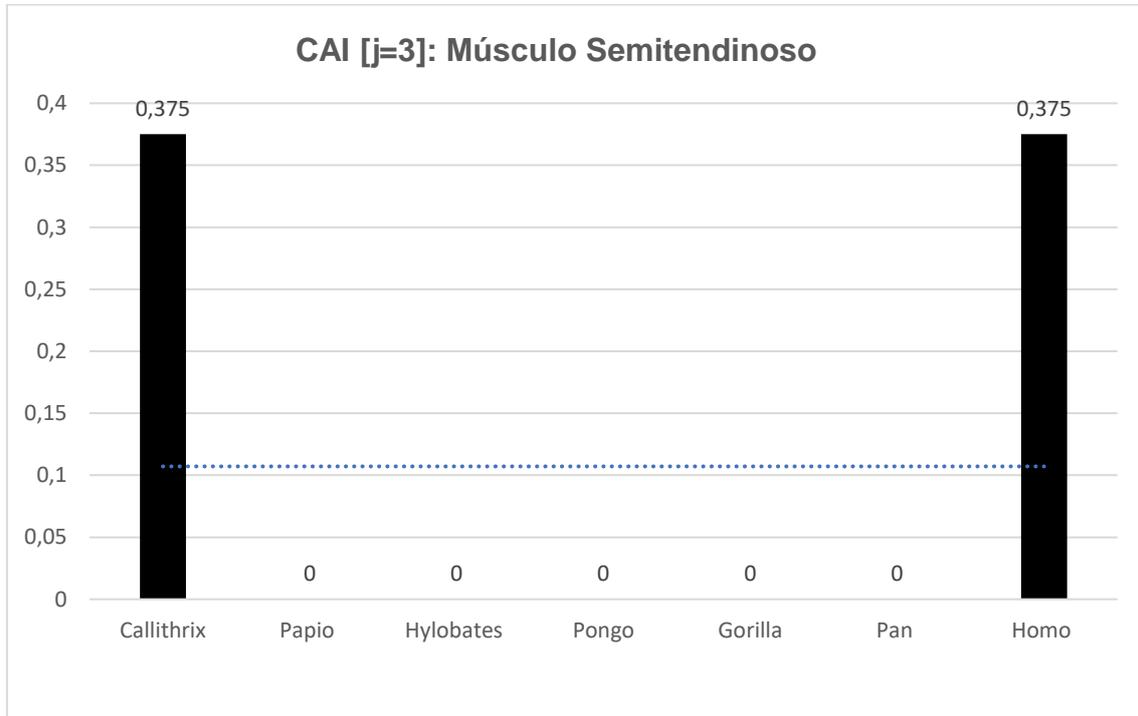
Gráfico 2- CAI para o músculo semimembranoso representando a diferença entre *Sapajus* sp e os demais primatas do estudo.



Fonte: Autores (2022).

Quanto ao músculo semitendinoso, em relação a *Sapajus*, apresentou CAIs idênticos [CAI=0.000] para todos os primatas aqui pesquisados, exceto *Callithrix* [CAI=0.375] e *Homo* [CAI=0.375] (gráfico 3). Para estes dois últimos, as principais diferenças com relação a *Sapajus* se encontram em suas origens, ou seja, *Callithrix* apresenta duas cabeças, a caudal com origem na terceira vertebra caudal e a cabeça isquiática com origem na tuberosidade isquiática e *Homo* com origem na impressão inferomedial da área superior da tuberosidade isquiática, através de um tendão que divide com a cabeça longa do bíceps femoral e também de uma aponeurose que conecta as faces adjacentes dos dois músculos por 7,5 cm após a origem comum dos mesmos (STANDRING, 2008; SWINDLER; WOOD, 1973).

Gráfico 3- CAI para o músculo semitendinoso representando a diferença entre *Sapajus* sp e os demais primatas do estudo.



Fonte: Autores (2022).

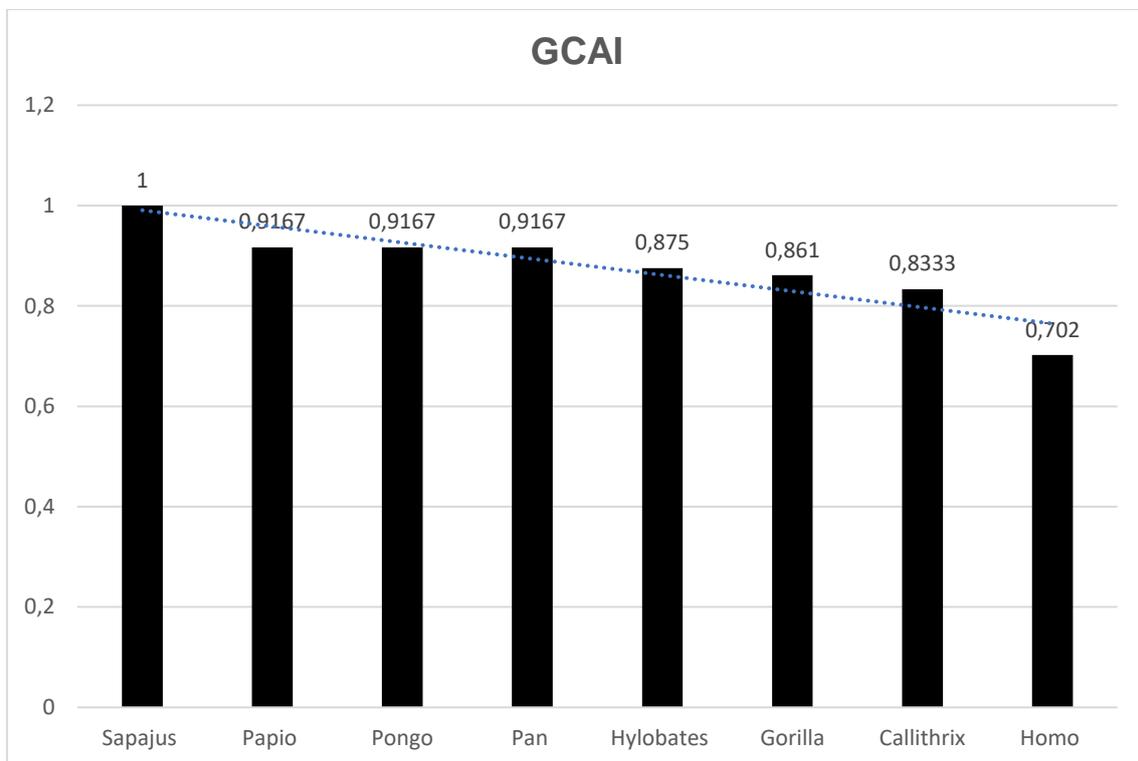
O grupo muscular da região posterior da coxa dos primatas aqui estudados em relação à espécie de referência *Sapajus*, no geral, apresentaram maior semelhança com *Papio*, *Pongo* e *Pan* [GCAI<sub>13</sub>, GCAI<sub>15</sub> e GCAI<sub>17</sub>= 0.9167]. Para os demais primatas foram observadas algumas diferenças, isto é, GCAI<sub>12</sub>= 0.8333, GCAI<sub>14</sub>= 0.875, GCAI<sub>16</sub>= 0.861, GCAI<sub>18</sub>= 0.702 (gráfico 4).

A maior diferença observada para o Índice Anatômico Comparativo do grupo muscular (GCAI) foi em *Homo* [GCAI<sub>18</sub>= 0.702] e *Callithrix* [GCAI<sub>12</sub>= 0.8333]. Para humanos modernos essa diferença provavelmente se dá devido às características evolucionárias, comportamentais e hábito locomotor. Já, para *Callithrix*, por ser um primata neotropical assim como *Sapajus* (ANKEL-SIMONS, 2007; DI FIORE *et al.*, 2014), era esperado uma proximidade maior, no entanto isso não foi observado neste estudo.

Assim, a alta similaridade, entre *Sapajus* e *Papio* [GCAI<sub>13</sub>= 0.9167], observada para o grupo dos músculos da região posterior da coxa, corrobora com os estudos da anatomia macroscópica deste primata já realizados por (ABREU *et al.*, 2012; AVERSI-FERREIRA *et al.*, 2011a; 2011b; 2014; FIGUEREDO *et al.*, 2021; VASCONCELOS-DA-SILVA *et al.*, 2017), provavelmente porque ambos compartilham a presença de cauda, forma corporal e movimentos locomotores parecidos. Para *Sapajus*, *Pongo* e *Pan* os [GCAI<sub>15</sub> e GCAI<sub>17</sub>], foram idênticos ao

de *Sapajus* e *Papio* [GCAI<sub>12</sub>]. *Pongo* e *Pan*, pertencem a famílias diferentes de *Sapajus* (ANKEL-SIMONS, 2007; DI FIORE, 2014), no entanto, vários estudos tem apresentado para *Sapajus* hábitos de locomoção como o bipedalismo intermitente e a utilização de ferramentas (ANDERSON, 1990; WESTERGAARD; FRAGASZY, 1987), parecidos com os praticados por alguns primatas do Velho Mundo (BERILLON *et al.*, 2010; D'AOUT *et al.*, 2001, 2002; DEMES 2011; HIRASAKI *et al.*, 2004; KIMURA; YAGURAMAKI 2009; OGIHARA *et al.* 2010; REYNOLDS 1987; VEREECKE *et al.*, 2006a, b).

Gráfico 4- GCAI do grupo muscular da região posterior da coxa de *Sapajus* e dos primatas do estudo.



Fonte: Autores (2022).

As observações realizadas por meio do GCAI, adquiridas através da análise macroscópica morfológica, para os músculos posteriores da coxa (bíceps femoral, semimembranoso e semitendinoso), evidenciou que para este grupo muscular há maior semelhança entre *Sapajus* e primatas do Velho mundo.

(continua)

Tabela 3 - Músculos posteriores da coxa de *Sapajus* sp e *Callithrix* sp (espécies dissecadas neste estudo, sendo a primeira a espécie de referência) e dados da literatura de Primatas do Mundo (*Papio*, *Hylobates*, *Pongo*, *Gorilla*, *Pan* e *Homo*) com apresentação dos CAI e GCAI em comparação com *Sapajus*.

Músculo Bíceps Femoral							
<i>Sapajus</i> sp	<i>Callithrix</i> sp	<i>Papio</i> (SWINDLER; WOOD, 1973).	<i>Hylobates</i> (BEDDARD, 1893; GIBBS, 1999; FERRERO, 2011; HEPBURN, 1892; PREJZNER-MORAWSKA; URBANOWICK, 1971; SIGMON, 1974).	<i>Pongo</i> (BEDDARD, 1893; FERRERO, 2011; SIGMON, 1974).	<i>Gorilla</i> (FERRERO, 2011; GIBBS, 1999; RAVEN 1950).	<i>Pan</i> (FERRERO, 2011; GIBBS, 1999; SWINDLER; WOOD, 1973).	<i>Homo</i> (STANDRING, 2008; SWINDLER; WOOD, 1973).
Possui apenas uma cabeça com origem na tuberosidade isquiática, látero-posterior, trocando fibras com o músculo semitendinoso. Apresenta uma longa inserção, iniciando na fáscia lata distalmente, na cápsula articular do joelho, côndilo lateral da tibia e na fáscia lateral no terço proximal da perna. Inervado por um ramo do nervo isquiático e suprido pela artéria femoral.	Possui apenas uma cabeça com origem na tuberosidade isquiática. Insete na fáscia lata, tendão patelar, e na fáscia lateral no terço proximal da perna. Inervado por um ramo do nervo isquiático. Vascularização: ramo muscular da artéria femoral e da artéria femoral circunflexa medial. CAI <sub>2</sub> =0.125	Possui apenas uma cabeça com origem na tuberosidade isquiática. Insete na fáscia lata da coxa e distalmente na fáscia crural. Inervação: nervos flexores femorais. CAI <sub>3</sub> =0.125	Possui duas cabeças, a longa tem origem na tuberosidade isquiática e a cabeça curta tem origem na região pósterolateral do lábio da linha áspera do fêmur e no septo intermuscular lateral. Comentários: De acordo com Gibbs, (1999) as duas cabeças do músculo são fundidas em 7/9. Insetção: a cabeça longa insete na cabeça da tibia, na tuberosidade tibial e côndilo da tibia, na cabeça da fíbula e fáscia da perna, podendo ainda se inserir no trato iliotibial, na cápsula da articulação do joelho. Comentário: de acordo com Hepburn (1892) a cabeça se insete na cápsula da articulação do joelho. A cabeça curta se insete na cabeça da fíbula, na	Possui duas cabeças, a longa tem origem na tuberosidade isquiática e a cabeça curta tem origem na região pósterolateral do lábio da linha áspera do fêmur e no septo intermuscular lateral. Insetção: a cabeça longa insete no côndilo da tibia, na tuberosidade tibial, na cabeça da fíbula e fáscia da perna, podendo ainda se inserir no trato iliotibial, na cápsula da articulação do joelho, no fêmur distalmente e septo intermuscular. A cabeça curta insete na cabeça da fíbula, na tuberosidade tibial e no septo intermuscular lateral.	Possui duas cabeças, a longa tem origem na tuberosidade isquiática e a cabeça curta tem origem na região pósterolateral do lábio da linha áspera do fêmur e no septo intermuscular lateral. Insetção: a cabeça longa insete na tuberosidade tibial ou côndilo da tibia, podendo ainda se inserir no trato iliotibial. A cabeça curta insete na cabeça da fíbula e fáscia profunda da perna. Inervação: cabeça longa, nervo flexores femorais ou pelo nervo tibial e a cabeça curta, nervo fibular comum. CAI <sub>6</sub> =0.25	Apresenta duas cabeças. A cabeça longa tem sua origem na tuberosidade isquiática e a cabeça curta no lábio inferior 1/3 lateral da linha áspera para o fêmur. Insetção da cabeça longa, na cabeça da fíbula e côndilo lateral da tibia, tuberosidade da tibia, fáscia sural e trato iliotibial. A cabeça curta, na cabeça e porção proximal da diáfise proximal da fíbula, fáscia sural e ocasionalmente no septo intermuscular lateral. Comentários: de acordo com Ferreiro (2011) a cabeça curta se insete no septo intermuscular da coxa para um espécime. Para Gibbs (1999) as duas cabeças estão fundidas em 21/26.	Apresenta duas cabeças. A cabeça longa tem sua origem na tuberosidade isquiática e ligamento sacrotuberoso e a cabeça curta no lábio lateral médio 1/3 médio da linha áspera do fêmur. A cabeça longa insete no côndilo lateral da tibia e cabeça da fíbula, a cabeça curta insete no côndilo lateral da tibia, ligamento colateral da fíbula. É inervado pelo nervo isquiático, L5, S1 e S2; a cabeça longa é inervada através da divisão tibial do ciático (n. para isquiotibiais) e a cabeça curta pela divisão fibular comum do ciático (nervo fibular comum). A cabeça longa é irrigada pela primeira e segunda artérias perfurantes, com

(conclusão)

Tabela 3 - Músculos posteriores da coxa de *Sapajus* sp e *Callithrix* sp (espécies dissecadas neste estudo, sendo a primeira a espécie de referência) e dados da literatura de Primatas do Mundo (*Papio*, *Hylobates*, *Pongo*, *Gorilla*, *Pan* e *Homo*) com apresentação dos CAI e GCAI em comparação com *Sapajus*.

Músculo Bíceps Femoral							
<i>Sapajus</i> sp	<i>Callithrix</i> sp	<i>Papio</i> (SWINDLER; WOOD, 1973).	<i>Hylobates</i> (BEDDARD, 1893; GIBBS, 1999; FERRERO, 2011; HEPBURN, 1892; PREJZNER-MORAWSKA; URBANOWICK, 1971; SIGMON, 1974).	<i>Pongo</i> (BEDDARD, 1893; FERRERO, 2011; SIGMON, 1974).	<i>Gorilla</i> (FERRERO, 2011; GIBBS, 1999; RAVEN 1950).	<i>Pan</i> (FERRERO, 2011; GIBBS, 1999; SWINDLER; WOOD, 1973).	<i>Homo</i> (STANDRING, 2008; SWINDLER; WOOD, 1973).
			fáscia da perna e na tuberosidade da tíbia. Inervação: cabeça longa, nervos flexores femorais e a cabeça curta, nervo fibular comum.  CAI <sub>4</sub> =0.25	Comentário: Gibs (1999), as duas cabeças são fundidas em 4/9. Sigmon (1974), a cabeça longa pode ser bipartida, nesse caso, a parte que se insere na superfície femoral foi chamada de “isquiofemoral”. Inervação: cabeça longa, nervos flexores femorais e a cabeça curta, nervo fibular comum.  CAI <sub>5</sub> =0.25		Inervação: Cabeça longa: nervos flexores femorais; Cabeça curta: divisão fibular comum do ciático.  CAI <sub>17</sub> =0.25	suprimento acessório na inserção isquiática através das artérias glútea inferior e circunflexa femoral medial; no quarto distal, o suprimento é proveniente da artéria superior lateral do joelho. A cabeça curta é irrigada superiormente pela segunda ou pela terceira artéria perfurante inferiormente pela artéria superior lateral do joelho.  CAI <sub>18</sub> =0.33

Fonte: Autores (2022).

(continua)

Tabela 4 - Músculos posteriores da coxa de *Sapajus* sp e *Callithrix* sp (espécies dissecadas neste estudo, sendo a primeira a espécie de referência) e dados da literatura de Primatas do Mundo (*Papio*, *Hyllobates*, *Pongo*, *Gorilla*, *Pan* e *Homo*) com apresentação dos CAI e GCAI em comparação com *Sapajus*.

Músculo Semimembranoso							
<i>Sapajus</i> sp	<i>Callithrix</i> sp	<i>Papio</i> (SWINDLER; WOOD, 1973).	<i>Hyllobates</i> (FERRERO, 2011; GIBBS, 1999).	<i>Pongo</i> (BEDDARD, 1893; FERRERO, 2011; SIGMON, 1974).	<i>Gorilla</i> (FERRERO, 2011; GIBBS; 1999; RAVEN 1950).	<i>Pan</i> (BEDDARD 1893; CHAMPNEYS, 1872; ; FERRERO, 2011; ; GIBBS, 1999; SWINDLER; WOOD, 1973).	<i>Homo</i> (STANDRING, 2008; SWINDLER; WOOD, 1973).
Origem na tuberosidade isquiática. Insete no cõndilo medial da tibia. Inervado por um ramo do nervo isquiático e é suprido pela artéria poplíteia e artéria femoral.	Origem na tuberosidade isquiática, abaixo da origem da porção isquiática do músculo semitendinoso. Insete no cõndilo medial da tibia. Inervado por um ramo do nervo isquiático. Vascularização: ramos muscular da artéria femoral e da artéria femoral circunflexa medial. CAI <sub>12</sub> =0	Composto por duas cabeças, a própria e a acessória. As duas têm origem na tuberosidade isquiática. A inseteção da cabeça própria é no cõndilo medial da tibia e da acessória na diáfise medial do fêmur até o cõndilo medial. Inervação: Flexores femorais. (Swindler and Wood, 1973). CAI <sub>13</sub> =0.125	Origem na tuberosidade isquiática, inferior e lateral ao músculo semitendinoso. Insete na superfície posterior do cõndilo medial da tibia e ligamento tibial colateral. Inervação: nervo flexores femorais. CAI <sub>14</sub> =0.125	Origem na tuberosidade isquiática, inferior e lateral ao músculo semitendinoso. Insete na superfície posterior do cõndilo medial da tibia. Comentário: De acordo com Ferreiro (2011, 2012), às vezes insete no ligamento colateral da tibia. Inervação: nervo flexores femorais. CAI <sub>15</sub> =0	Origem na tuberosidade isquiática, inferior e lateral ao músculo semitendinoso. Insete na superfície posterior do cõndilo medial da tibia e inseteções adicionais na fâscia poplíteia, e na parede posterior da cápsula do joelho através do ligamento poplíteo oblíquo. Inervação: 1/2 nervo tibial e 1/2 nervo flexores femorais. CAI <sub>16</sub> =0.167	Apresenta uma única cabeça com origem na tuberosidade isquiática. Comentário: de acordo com Beddard 1893; Champneys, 1872) às vezes apresenta-se fundido com o semitendinoso. Insete no cõndilo posteromedial da tibia. Inervação: Flexores femorais. CAI <sub>17</sub> =0	Apresenta uma única cabeça com origem na tuberosidade isquiática. Insete através de um tendão que ao nível do joelho se divide em 5 componentes, o principal se insete no tubérculo tendíneo na face posterior do cõndilo medial da tibia. Outros tendões são (1) uma série de deslizamentos para a margem medial da tibia, imediatamente atrás do ligamento medial colateral, (2) uma expansão fibrosa fina para a fâscia sobre o poplíteo, (3) um tendão semelhante a um cordão para o lábio inferior e parte adjacente do sulco na parte posterior do cõndilo medial da tibia, profundo ao ligamento colateral medial, e (4) uma forte expansão que

(conclusão)

Tabela 4 - Músculos posteriores da coxa de *Sapajus* sp e *Callithrix* sp (espécies dissecadas neste estudo, sendo a primeira a espécie de referência) e dados da literatura de Primatas do Mundo (*Papio*, *Hylobates*, *Pongo*, *Gorilla*, *Pan* e *Homo*) com apresentação dos CAI e GCAI em comparação com *Sapajus*.

Músculo Semimembranoso							
<i>Sapajus</i> sp	<i>Callithrix</i> sp	<i>Papio</i> (SWINDLER; WOOD, 1973).	<i>Hylobates</i> (FERRERO, 2011; GIBBS, 1999).	<i>Pongo</i> (BEDDARD, 1893; FERRERO, 2011; SIGMON, 1974).	<i>Gorilla</i> (FERRERO, 2011; GIBBS, 1999; RAVEN 1950).	<i>Pan</i> (BEDDARD 1893; CHAMPNEYS, 1872; ; FERRERO, 2011; ; GIBBS, 1999; SWINDLER; WOOD, 1973).	<i>Homo</i> (STANDRING, SWINDLER; WOOD, 1973).
							<p>passa obliquamente para cima para a linha intercondilar do fêmur e côndilo lateral do fêmur e forma boa parte do ligamento obliquo poplíteo da articulação do joelho.</p> <p>Inervação: nervos flexores femorais (da divisão tibial do ciático). (Swindler and Wood, 1973).</p> <p>Nervo para isquiático (divisão tibial do ciático), L5, S1 e S2.</p> <p>É irrigado pelas artérias perfurantes (geralmente por todas elas), embora seja predominantemente suprido pela primeira. Um ramo da artéria femoral ou da artéria poplíteia supre a porção distal do músculo, podendo haver uma contribuição da artéria glútea inferior em sua inserção proximal.</p> <p>CAI<sub>18</sub>=0.188</p>

Fonte: Autores (2022).

(continua)

Tabela 5 - Músculos posteriores da coxa de *Sapajus* sp e *Callithrix* sp (espécies dissecadas neste estudo, sendo a primeira a espécie de referência) e dados da literatura de Primatas do Mundo (*Papio*, *Hylobates*, *Pongo*, *Gorilla*, *Pan* e *Homo*) com apresentação dos CAI e GCAI em comparação com *Sapajus*.

Músculo Semitendinoso							
<i>Sapajus</i> sp	<i>Callithrix</i> sp	<i>Papio</i> (SWINDLER; WOOD, 1973).	<i>Hylobates</i> (FERRERO, 2011; GIBBS, 1999; ; HEPBURN, 1892; MACALISTER, 1871).	<i>Pongo</i> (BEDDARD, 1893; FERRERO, 2011) SIGMON, 1974).	<i>Gorilla</i> (FERRERO, 2011; GIBBS; 1999; RAVEN 1950).	<i>Pan</i> (FERRERO, 2011; ; GIBBS, 1999; SWINDLER; WOOD, 1973).	<i>Homo</i> (STANDRING, 2008; SWINDLER; WOOD, 1973).
<p>Origina na tuberosidade isquiática, troca fibras com o músculo bíceps femoral. Inere no terço proximal na região anterior da tibia. É inervado por um ramo do nervo isquiático e é suprido pela artéria femoral profunda.</p>	<p>Apresenta duas cabeças, a caudal com origem na terceira vertebra caudal e a cabeça isquiática com origem na tuberosidade isquiática. Inerem na região medial do terço proximal da tuberosidade da tibia, profundo à inserção do músculo grácil. Inervados por um ramo do nervo isquiático. Vascularização: ramo muscular da artéria femoral circunflexa medial.</p> <p>CAI<sub>12</sub>=0,375</p>	<p>Origina na tuberosidade isquiática. Inere na tibia proximomedial. Inervação: Flexores femorais.</p> <p>CAI<sub>13</sub>=0</p>	<p>Origem na tuberosidade isquiática em comum com a cabeça longa do músculo bíceps femoral. Inere na superfície medial da tibia logo distal à tuberosidade tibial, distal à inserção do músculo grácil, em algumas espécies de <i>Hylobates</i> a inserção é medial. Comentário: para Macalister, 1871) e Hepburn, 1892), uma interseção tendinea obliqua no ventre muscular desse musculo está ocasionalmente presente. Inervação: nervo flexores femorais.</p> <p>CAI<sub>14</sub>=0</p>	<p>Origem na tuberosidade isquiática em comum com a cabeça longa do músculo bíceps femoral. Inerção: Inere na superfície medial da tibia logo distal à tuberosidade tibial, no ligamento colateral tibial distal à inserção do músculo grácil. Comentário: para Gibbs (1999) em grandes Apes pode apresentar uma expansão aponeurótica para a fáscia da perna nesta região. Em algumas espécies de <i>Pongo</i> é medial ou acima do grácil. Inervação: nervo flexores femorais.</p> <p>CAI<sub>15</sub>=0</p>	<p>Origem na tuberosidade isquiática em comum com a cabeça longa do músculo bíceps femoral. Inere na superfície medial e anterior da tibia logo distal à tuberosidade tibial e na fáscia da perna. Sua inserção é distal à inserção do músculo grácil. Inervação: 1/2 nervo tibial e 1/2 nervo flexores femorais.</p> <p>CAI<sub>16</sub>=0</p>	<p>Origem na tuberosidade isquiática. Inerção na tibia proximomedial da tuberosidade da tibia, borda anterior proximal da diáfise da tibia e com a aponeurose da fáscia sural. A inserção é profunda e distal à inserção do grácil. Inervação: Flexores femorais.</p> <p>CAI<sub>17</sub>=0</p>	<p>Origem: impressão inferomedial da área superior da tuberosidade isquiática, através de um tendão que divide com a cabeça longa do bíceps femoral e também de uma aponeurose que conecta as faces adjacentes dos dois músculos por 7,5 cm após a origem comum dos mesmos. Inerção: tendão do grácil, emitindo um prolongamento para a fáscia profunda da perna e para a cabeça medial do gastrocnêmio. Uma inserção tendinosa geralmente está presente perto do ponto médio do músculo, que também pode receber um feixe muscular da cabeça longa do bíceps femoral. Inervação: Pelo nervo ciático L5, S2 e S2, através da sua divisão tibial.</p>

(conclusão)

Tabela 5 - Músculos posteriores da coxa de *Sapajus* sp e *Callithrix* sp (espécies dissecadas neste estudo, sendo a primeira a espécie de referência) e dados da literatura de Primatas do Mundo (*Papio*, *Hylobates*, *Pongo*, *Gorilla*, *Pan* e *Homo*) com apresentação dos CAI e GCAI em comparação com *Sapajus*.

Músculo Semitendinoso							
<i>Sapajus</i> sp	<i>Callithrix</i> sp	<i>Papio</i> (SWINDLER; WOOD, 1973).	<i>Hylobates</i> (FERRERO, 2011; GIBBS, 1999; ; HEPBURN, 1892; MACALISTER, 1871).	<i>Pongo</i> (BEDDARD, 1893; FERRERO, 2011)	<i>Gorilla</i> (FERRERO, 2011; GIBBS, 1999; RAVEN 1950).	<i>Pan</i> (FERRERO, 2011; ; GIBBS, 1999; SWINDLER; WOOD, 1973).	<i>Homo</i> (STANDRING, 2008; SWINDLER; WOOD, 1973).
							As duas principais artérias de suprimento são as artérias ascendente e descendente. A ascendente deriva da artéria circunflexa femoral medial ou da primeira artéria perfurante. O ramo descendente (o maior deles) nasce da primeira perfurante, distalmente à origem do ramo superior. Há um suprimento acessório nas inserções do músculo: na inserção isquiática, ele deriva da artéria glútea inferior; na inserção tibial, é derivado da artéria genicular inferior.
							CAI <sub>17</sub> =0.375
GCAIs	GCAI <sub>12</sub> =0.833	GCAI <sub>13</sub> =0.9167	GCAI <sub>14</sub> =0.875	GCAI <sub>15</sub> =0.9167	GCAI <sub>16</sub> =0.861	GCAI <sub>17</sub> =0.9167	GCAI <sub>18</sub> =0.702

Fonte: Autores (2022).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com relação ao bipedalismo, de fato, a diferença entre humanos modernos e outros primatas era esperada devido a evolução humana para o verdadeiro bipedalismo, nestes com as inserções dos músculos posteriores da coxa mais proximais na perna. Diferentemente do observado em *Sapajus* e *Callithrix*, uma inserção mais distal na perna com relação ao músculo bíceps femoral. Este músculo em conjunto com os demais da região posterior da coxa realizam a flexão do joelho e suas inserções formam as margens lateral e medial da fossa poplitea.

Em comparação com os primatas incluídos neste estudo, o padrão da musculatura da região posterior da coxa observado em *Sapajus* sp, apresenta mais similaridade com a descrita para *Papio*, *Pongo* e *Pan*. O GCAI indica a similaridade de estrutura entre os primatas e na anatomia macroscópica as especializações são perceptíveis nesse tipo de estudo. Mas era esperado uma alta similaridade entre os primatas neotropicais aqui estudados, e isso não foi observado. Sendo assim, estudos específicos devem ser realizados para explicar as diferenças do músculo semitendinoso do *Callithrix* em relação a *Sapajus*, desta forma, verificar para os Primatas do Novo Mundo se a diferença neste grupo é de *Sapajus* ou *Callithrix*.

Interessantemente o nível de similaridade entre *Sapajus* e os primatas do Velho Mundo foi alto, o que provavelmente pode ser associado ao hábito locomotor praticado por este primata. Entretanto, os dados escassos sobre primatas neotropicais e do Velho Mundo, neste estudo em especial as informações da vascularização dos músculos estudados, dificultam a realização de uma análise mais profunda, indicando assim a necessidade de mais estudos da anatomia macroscópica destes primatas. Informações necessárias para comparações morfológicas e revisão taxonômica.

## REFERÊNCIAS

- ABBOT, D. H. *et al.* Aspects of common marmoset basic biology and life history important for biomedical research. **Comparative Medicine**. Memphis, v.53, n. 3, p. 339-350, 2003.
- ABREU, T. *et al.* Comparative anatomical study of the leg's nerves of *Cebus* (barbed capuchins) with baboons, chimpanzees and modern humans. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. Rio de Janeiro, v. 32, p. 113–117, 2012.
- ABREU, T. *et al.* Comparative anatomy of the encephalon of new world primates with emphasis for the *Sapajus* sp. **PLoS One**. San Francisco, v. 16, p. e0256309, 2021.
- ALFARO, J. W. L. *et al.* Explosive Pleistocene range expansion leads to widespread Amazonian sympatry between robust and gracile capuchin monkeys. **Journal of Biogeography**. New York, v. 39, p. 272–288, Oct. 2012a.
- ALFARO, J. W. L.; SILVA, J.; RYLANDS, A. How Different Are Robust and Gracile Capuchin Monkeys? An Argument for the Use of *Sapajus* and *Cebus*. **American Journal of Primatology**. California, v. 74, p. 273–286, Feb. 2012b.
- ALONSO, C.; LANGGUTH, A. Ecologia e Comportamento de *Callithrix jacchus* (Primates: Callitrichidae) numa ilha de floresta atlântica. **Revista Nordestina de Biologia**. Paraíba, v.6, n. 2, p.105-137, 1989.
- ANKEL-SIMONS, F. **Primate Anatomy: An Introduction**. 2. ed. New York: Academic Press, p.752, 2007.
- AURICCHIO, P. Primatas do Brasil. **Terra Brasilis**, São Paulo: OBJETIVA, p.168, 1995.
- AVERSI-FERREIRA, T. A. *et al.* Anatomia comparativa dos nervos do braço de *Cebus apella*. Descrição do músculo dorso epitroclear. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 27, p. 291-296, 2005a.
- AVERSI-FERREIRA, T. A. *et al.* Anatomical study of the deep muscles of the forearm of the *Cebus apella* (Linnaeus, 1766). **Acta Sci Biol Sci**. Maringá, v. 27, p. 297–301, 2005b.
- AVERSI-FERREIRA, T. A. *et al.* Anatomy of the arteries of the arm of *Cebus libidinosus* (Rylands *et al.*, 2000) monkeys. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**. Maringá, v. 29, n. 3, p. 247-254, 2007a.
- AVERSI-FERREIRA, T. A. *et al.* Anatomy of the shoulder and arm muscles of *Cebus libidinosus*. **Journal of Morphological Sciences**. São Paulo, v. 24, n. 2, p. 63-74, 2007b.
- AVERSI-FERREIRA, T. A. *et al.* Estudo Anatômico das Artérias do Ombro de *Cebus libidinosus* (Rylands Et Al., 2000; Primates – Cebidae). **Ciência Animal Brasileira**. Goiânia, v. 8, n. 2, p. 273-284, 2007c.

AVERSI-FERREIRA, T. A. Comparative anatomical description of forearm and hand arteries of *Cebus libidinosus*. **International Journal of Morphology**. Chile, v.27, p. 219-226, 2009.

AVERSI-FERREIRA, T. A. *et al.* Comparative Anatomical Study of the Forearm Extensor Muscles of *Cebus libidinosus* (Rylands *et al.*, 2000; Primates, Cebidae), Modern Humans, and Other Primates, With Comments on Primate Evolution, Phylogeny, and Manipulatory Behavior. **The Anatomical Record**. Salt Lake, v. 293, n. 12, p. 2056–2070, 2010.

AVERSI-FERREIRA, R. A. M. F. *et al.* Comparative anatomy of the thigh nerves of *Cebus libidinosus* (Rylands *et al.*, 2000). **Pesquisa Veterinaria Brasileira**. Rio de Janeiro, v. 31, p. 261–266, 2011a.

AVERSI-FERREIRA, T. A. *et al.* Comparative Anatomical Analyses of the Forearm Muscles of *Cebus libidinosus* (Rylands *et al.* 2000): Manipulatory Behavior and Tool Use. **Plos One**. San Francisco, v. 6, n. 7, p. 1-8, 2011b.

AVERSI-FERREIRA, R. A. G. M. F. *et al.* Anatomical Analysis of Thumb Opponency Movement in the Capuchin Monkey (*Sapajus* sp). **Plos One**. San Francisco, v. 9, n. 2, p. 1-8, 2014.

AVERSI-FERREIRA, R. A. G. M. F.; NISHIJO, H; AVERSI-FERREIRA, T. A. Reexamination of Statistical Methods for Comparative Anatomy: Examples of Its Application and Comparisons with Other Parametric and Nonparametric Statistics. **BioMed Research International**. London, v. 2015, p.1-10, 2015.

AVERSI-FERREIRA, T.A. *et al.* Comparative anatomy of the arm muscles of the Japanese monkey with some comments on locomotor mechanics and behavior. **Journal of Medical Primatology**. New York, p. 1-15, 2016.

AVERSI-FERREIRA, R. A. G. M.; NISHIJO, H.; AVERSI-FERREIRA, T. A. Importance of Anatomical Studies on Wild Animals in Veterinary Sciences. Approaches in Poultry, Dairy & **Veterinary Sciences**. Suíça, v. 3, p. 1-3, 2018.

BAJPAI S, *et al.* The oldest Asian record of Anthroipoidea. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**. United States of America, v.105, p.11093–11098, 2008.

BARROS, R. A. C. *et al.* Lumbar plexus formation of the *Cebus apella* monkey. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**. São Paulo, v. 40, p. 373-381, 2003.

BASMAJIAN, J. V.; DE LUCA, C. J. **Muscle alive: their function revealed by electromyography**. 5. ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1985.

BEARD, K.C. *et al.* A diverse new primate fauna from middle Eocene fissure-fillings in southeastern China. **Nature**. Reino Unido, v.368, p.604-609, 1994.

BEARD, K. C. A new genus of Tarsiidae (Mammalia: primates) from the middle Eocene of Shanxi Province, China, with notes on the historical biogeography of tarsiers. *Bull. Carnegie Mus. Nat. Hist.* [s. l.], v.34, p.260-277, 1998.

BECK, B. B. Chimpoctrism: Bias in cognitive ethology. *Journal of Human Evolution*. Califórnia, v.11, n.1, p.3-17, 1982.

BEDDARD, F. E. Contributions to the anatomy of the anthropoid apes. *Transactions of the Zoological Society of London*, v.13, p.177-218, 1893.

BERILLON, G. *et al.* Bipedal versus quadrupedal hind limb and foot kinematics in a captive sample of *Papio anubis*: setup and preliminary results. *International Journal of Primatology*. United States, v.31, p.159–180, 2010.

BREWER, S. M.; MCGREW, W. C. Chimpanzee use of a tool-set to get honey. *Folia Primatologica*, Basel, v.54, p.100-104, 1990.

BEZANSON, M. Life history and locomotion in *Cebus capucinus* and *Alouatta palliata*. *American Journal of Physical Anthropology*, Ohio, v.140, p.508-517, 2009.

BOESCH, C.; BOESCH, H. Tool use and tool making in wild chimpanzees. *Folia Primatologica*, Basel, v.54, n.1-2, p.86-99, 1990.

BOESCH-ACKERMAN, H.; BOESCH, C. Tool use in wild chimpanzees: new light from dark forest. *Current Directions in Psychological Science*. [s. l.], v. 2, n.1, p.18-21, 1993.

BOESCH, C. Innovation in wild chimpanzees. *International Journal of Primatology*. United States, v.16(1), p.1-16, 1995.

BUCKNER, J. C. *et al.* Biogeography of the marmosets and tamarins (Callitrichidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*. Washington, v. 82, p. 413 -425, 2015.

BYRNE, R. W. Evolution of primate cognition. *Cognitive Science*. Austin, v.24, n. 3, p.543-570, 2000.

CLARKE, J. M. The common marmoset (*Callithrix jacchus*). *Anzccart News*. [s. l.], v.7, p.1-8,1994.

CABRERA, A. Catálogo de los mamíferos de América del Sur. I (Metatheria, Unguiculata, Carnívora). *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardo Rivadavia," Zoología*. Buenos Aires, v.4, p.1-307, 1957.

CARVALHO S. *et al.* Chimpanzee carrying behaviour and the origins of human bipedality. *Curr Biol*. [s. l.], v.22, p.180–181, 2012.

CELLI, M. L. *et al.* Tool use task as environmental enrichment for captive chimpanzees. *Applied Animal Behaviour Science*. Budapeste, v.81, n.2, p.171-182, 2003.

CHAMPNEYS, F. The muscles and nerves of a Chimpanzee (*Troglodytes niger*) and a Cynocephalus *anubis*. **J Anat Physiol**. Reino Unido, v.6, p.176-211, 1872.

CLARKE, J. M. The common marmoset (*Callithrix jacchus*). **Anzccart News**. [s. l.], v.7, p.1-8,1994.

CONDE, C. A.; COSTA, V.; TOMAZ, C. Measuring emotional memory in the elevated t-maze using a training-to-criterion procedure. **Pharmacology Biochemistry and Behavior**, Fayetteville, v. 63, n.1, p.63-69, 1999.

CHRISTEL, M. I.; FRAGASZY, D. Manual function in *Cebus apella*. Digital mobility, reshaping, and endurance in repetitive grasping. **International Journal of Primatology**. United States, v.21, p.697-719, 2000.

D'AOUT, K. Studying bonobo (*Pan paniscus*) locomotion using an integrated setup in a zoo environment: preliminary results. **Primatologie**. [s. l.], v.4, p.191-206, 2001.

DEANE, A. S. *et al.* Caudal Vertebral Body Articular Surface Morphology Correlates with Functional Tail Use in Anthropoid Primates. **Journal of Morphology**. Chile, p.1-12, 2014.

DEFLER, T. R. Some Evolutionary Tendes of Neotropical Primates. **Acta Biol Colomb**. Colômbia, v.14, p.399-414, 2009.

DEMES, B. Three-Dimensional Kinematics of Capuchin Monkey Bipedalism. **American Journal of Physical Anthropology**. United States, v. 145, n. 1, p.147-155, 2011.

DE PALERMO, K.E. Humoral and cellular parameters of the immune system of *Cebus apella* monkeys: cross reactivity between monkey and human immune globulins. **Vet Immunol Immunopathol**. United States, v.19, p.341-349, 1988.

DI DIO, L.J.A; AMATUZZI, M. M; CRICENTI, S. V. Sistema muscular. In DI DIO. L. J. A. (Ed.) **Tratado de anatomia sistêmica aplicada**. São Paulo: Atheneu, p.187-287.2003.

DI FIORE, A. *et al.* The rise and fall of a genus: Complete mtDNA genomes shed light on the phylogenetic position of yellow-tailed woolly monkeys, *Lagothrix flavicauda*, and on the evolutionary history of the family Atelidae (Primates: Platyrrhini). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, Washington, 2014.

DORAN, D. M. The ontogeny of chimpanzee and pygmy chimpanzee locomotor behavior: a case study of pedomorphism and its behavioral correlates. **Journal of Human Evolution**. Talence, v.23, p.139-157, 1992.

DORAN, D. M. Comparative locomotor behavior of chimpanzees and bonobos: the influence of morphology on locomotion. **American Journal Physical Anthropology**. United States, v.91, p.83-98, 1993.

DUARTE, M. *et al.* Kinematics of bipedal locomotion while carrying a load in the arms in bearded capuchin monkeys (*Sapajus libidinosus*). **Journal of Human Evolution**.

Talence, v. 63, n.6, p.851–858, 2012.

ELLIOT, D. G. A review of the primates: **American Museum of Natural History**. New York, 1913.

ERXLEBEN, J. C. P. System are animalis per classes, genera, species, varietalis cum synonymia et história animalum. **Classis I. Mammalia**, Leipzig; 1777.

Federative International Programme for Anatomical Terminology, 2019.

FERREIRA, J. R.; PRADA, I. L. S. Nomenclatura proposta para denominar as artérias da base do encéfalo do macaco-prego (*Cebus apella* L., 1766), **Acta Scientiarum Biological Science**. São Paulo, v.23, n.2, p.635-643, 2001.

FERRERO, E.M. Anatomia comparada del sistema muscular de la extremidad posterior en primates superiores. **Tesis doctoral**. 2011.

FIGUEREDO-DA-SILVA, S. *et al.* Comparative anatomy of the brachial plexus and shoulder nerves of the *Sapajus*. **Journal of Medical Primatology**. New York, v.49, p.16880897, 2021.

FLEAGLE, J. **Primate adaptation and evolution**. Academic Press, Stony Brook. 2013.

FLEAGLE, J. G.; SEIFFERT, E. R. **The Phylogeny of Primates**, In: Evolutionary Neuroscience (Second Edition), J. H. Kaa (ed.), pp. 483-518, Academic Press, 2020.

FRAGASZY, D. M.; VISALBERGUI, E.; FEDIGAN, L. M. **The Complete Capuchin**. New York: Cambridge University Press, 2004.

FOSSEY, D.; HARCOURT, A. H. (1977). Feeding Ecology of Free-ranging Mountain Gorilla (*Gorilla beringei*). *Primate Ecology: Studies of Feeding and Ranging Behavior in Lemurs, Monkey and Apes*, p.415–447, 1977.

GARCEZ, L.M.; 2002. Leishmania (*Leishmania*) amazonensis-induced cutaneous leishmaniasis in the primate *Cebus apella*: a model for vaccine trials. **International Journal for Parasitology**. [s. l.], v.32, p.1755– 1764, 2002.

GIBBS S. Comparative soft tissue morphology of the extant *Hominoidea*, including Man. Unpublished PhD, **Thesis**, The University of Liverpool, Liverpool. 1999.

GUYTON, A. C; HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 11 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

GROVES, C. P. **Primate taxonomy**. Washington, DC: Smithsonian Institution Press. p.350, 2001.

HARE, B. *et al.* Do capuchin monkeys, *Cebus apella*, know what conspecifics do and do not see? **Animal Behaviour**. [s. l.], v.65, p.131–142, 2003.

HEPBURN, D. The comparative anatomy of the muscles and nerves of the superior and inferior extremities of the anthropoid apes: I - Myology of the superior extremity. **Journal of Anatomy and Physiology**. Irlanda, v.26, p.149-186, 1892.

HERSHKOVITZ, P. Mammals of northern Colombia. Preliminary report No. 4: Monkeys (primates), with taxonomic revisions of some forms. **Proceedings of the United States National Museum**. [s. l.], v. 98, p.323–427, 1949.

HICKMAN, C. P.; ROBERTS, L. S.; LARSON, A. **Princípios integrados de zoologia**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009. 846 p

HILL, O. C. **Primates comparative anatomy and taxonomy**. Vol. IV - Cebidae, Part A. Edinburgh University Press. 523 pp, 1960.

HIRATA, S.; MORIMURA, N. Naive chimpanzees' (*Pan troglodytes*) observation of experienced conspecifics in a tool-using task. **Journal of Comparative Psychology**, Washington, v.114, p.291–296, 2000.

HIRASAKI, E. *et al.* Do highly trained monkeys walk like humans? A kinematic study of bipedal locomotion in bipedally trained Japanese macaques. **Journal of Human Evolution**. Talence, v.46, p.739–750, 2004.

HUMLE, T; MATSUZAMA, T. A. Ant-dipping among the chimpanzees of Bossou, Guinea, and some comparisons with other sites. **American Journal of Primatology**, New York, v.58, n.3, p.133-148, 2002.

INOUE-NAKAMURA, N.; MATSUZAWA, T. Development of stone tool use by wild chimpanzees (*Pan troglodytes*). **Journal of Comparative Psychology**, Washington, v. 111, n.2, p.159-173, 1997.

JAMESON, N. M. *et al.* Genomic data reject the hypothesis of a prosimian primate clade. **Journal of Human Evolution**. Talence, v.61, n.3, p.295–305, 2011.

JANECKA, J. E. *et al.* Molecular and genomic data identify the closest living relative of primates. **Science**. São Paulo, v.318, p.792–794, 2007.

KAY, R. F. C.; ROSS, A. N. D; WILLIAMS, B. A. Anthropoid origins. **Science**. São Paulo, v.275, p.797–804, 1997.

KIERULFF, M. C. M. *et al.* In: *Leontopithecus chrysomelas* International Union for Conservation of Nature – IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species [online]. Version 2015.

KIMURA, T.; YAGURAMAKI, N. Development of bipedal walking in humans and chimpanzees: a comparative study. **Folia Primatologica**. Basel, v.80, p.45–62, 2009.

LAITMAN, J. T. A (New World Monkey) Tree Grows in Brooklyn. **The Anatomical Record**. Salt Lake, v.294, n.12, p.1953–1954, 2011.

LOPES, R. J. Gênio da selva. **Sci Ame Bras**. São Paulo, v.27, p.25-32, 2004.

LOVEJOY, C. O. **The natural history of human gait and posture: Part 1. Spine and pelvis.** *Gait Posture*, v.21, p.95–112, 2005.

MANSFIELD, K. Marmoset Models Commonly Used in Biomedical Research. **Comparative Medicine**, Memphis, v.53, n.4, p.383-392, 2003.

MATSUZAWA, T., HUMLE, T., SUGIYAMA, Y. **The Chimpanzees of Bossou and Nimba.** Springer, New York, 2011.

MANNU, M.; OTTONI, E. B. The enhanced tool-kit of two groups of wild bearded capuchin monkeys in the Caatinga: tool making, associative use, and secondary tools. **American Journal of Primatology**. California, v.71, n.3, p.242-251, 2009.

MASSARO, L. *et al.* The strategic role of the tail in maintaining balance while carrying a load bipedally in wild capuchins (*Sapajus libidinosus*): a pilot study – **Primates**. New York, 2016.

MELO, A. L.; MATI, V. L. T.; MARTINS, W. A. *Callithrix penicillata* as a nonhuman primate model for strongyloidiasis. **Primates. New York**, v.53, n.3 p.303–309, 2012.

MENDES PONTES, A.R.; MALTA, A.; ASFORA, P.H. A new species of capuchin monkey, genus *Cebus* Erxleben (Cebidae, Primates): found at the very brink of extinction in the Pernambuco Endemism Centre. **Zootaxa**. Nova Zelândia, v.1200, p.1-12, 2006.

MILLER, E. R.; GUNNELL, G. F.; MARTIN, R. D. Deep time and the search for anthropoid origins. **American Journal of Physical Anthropology**. United States, v.128, p.60-95, 2005.

MOORE, L. K.; PERDSUD, T. V. N. **Embriologia Clinica**, 8ª ed. Rio de Janeiro: Esevier, 2008.

MORIMURA, N.; MATSUZAWA, T. Memory of movies by chimpanzees (*Pan troglodytes*). **Journal of Comparative Psychology**, Washington, v.115, n.2, p.152-158, 2001.

MUSTOE A.C. *et al.* Do marmosets care to share? Oxytocin treatment reduces prosocial behavior toward strangers. **Hormones Behavior**. Canadá v.71, p.83-90, 2015.

NAKATSUKASA, M. *et al.* Earliest colobine skeletons from Nakali, Kenya. **Am. J. Phys. Anthropol.** United States, v.143, p.365-382, 2010.

OGIHARA, N.; MAKISHIMA, H.; NAKATSUKASA, M. Three-dimensional musculoskeletal kinematics during bipedal locomotion in the Japanese macaque, reconstructed based on an anatomical modelmatching method. **J Hum Evol**. California, v.58, p.252–261, 2010.

- OLIVEIRA, F. S.; YOSHIDA, C. E. Análise de Aspectos Ecológicos e Comportamentais de *Cebus apella* (Macaco-Prego). In: **Mostra de Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC)**, Campinas, 2003.
- OLIVEIRA, M. M.; LANGGUTH, A. Rediscovery of Marcgrave's capuchin monkeys and designation of a neotype for *Simia flavia* Schreber, 1774 (Primates, Cebidae). **Boletim do Museu Nacional**. [s. l.], v.523, 1-16 pp, 2006.
- ORR, R. T. Mamíferos. In: **Biologia dos vertebrados**. 5ª ed São Paulo: Roca. p.183-246, 1986.
- OTTONI, E. B.; MANNU, M. Semifree-ranging tufted capuchins (*Cebus apella*) spontaneously use tools to crack open nuts. **International Journal of Primatology**. United States, v. 22, p.347-358, 2001.
- OTTONI, E.; IZAR, P. Capuchin Monkey Tool Use: Overview and Implications. **Evolutionary Anthropology**. [s. l.] , v.17, n.4, p.171–178, 2008.
- PARKER, S. T.; GIBSON, K. R. Object manipulation, tool use and sensorimotor intelligence as feeding adaptations in *Cebus* monkeys and great apes. **Journal of Human Evolution**, Talence, v.6, p.623-641, 1977.
- PERELMAN, P. *et al.* A Molecular Phylogeny of Living Primates. **PLoS Genet**. San Francisco, v.7, n.3, 2011.
- PEREIRA-DE-PAULA, J. *et al.* Anatomical comparative study of Shoulder and arm muscles of *Cebus libidinosus*. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v.3, p.34-35, 2006.
- PERRY, S. Social traditions and social learning in capuchin monkeys (*Cebus*). **Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences**, v.366, p. 988–996, 2011.
- PFRIMER, G. A. *et al.* Historic and Teaching Aspects of Anatomy and Cebus Genus Role in Contemporary Anatomy. **Int J Morphol**, v. 30, p. 607-612, 2012.
- POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. **A Vida dos vertebrados**. 4ª ed. São Paulo: Atheneu, 684 p., 2008.
- POUYDEBAT, E. *et al.* Biomechanical study of grasping according to the volume of the object: human versus non-human primates, **J Biomech**, v.42, p.266–272, 2009.
- POZZI, L. *et al.* Primate phylogenetic relationships and divergence dates inferred from complete mitochondrial genomes. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v.75, p. 165–183, 2014.
- PREJZNER-MORAWSKA, A. Y.; URBANOWICZ, M. The biceps femoris muscle in lemurs and monkeys. **Folia Morphol.**, v.30, p.9465-482, 1971.
- PRUETZ, J. D.; BERTOLANI, P. Savanna chimpanzees, *Pan troglodytes* versus, hunt with tools. **Current Biology**, London, v.17, n.5, p.412-417, 2007.

QUEIROZ, M.G. *et al.* Análise filogenética do gênero *Cebus* (Platyrrhini: Cebidae) baseada em sequências do gene citocromo B. In: 54º Congresso Brasileiro de Genética, 2008, Salvador. Resumos do 54º Congresso Brasileiro de Genética, Salvador: Sociedade Brasileira de Genética, p. 191, 2008.

RAVEN, H. C. Regional anatomy of the *Gorilla*. In: Gregory WK (ed.), **The anatomy of the *Gorilla***. Columbia University Press, New York, p. 15-188, 1950.

REIS, N. R. *et al.* **Mamíferos do Brasil**. Londrina, p. 437, 2006.

ROTH, G.; DICKE, U. Evolution of the brain and intelligence. **Trends in Cognitive Sciences**, v.9, p.250-257, 2005.

ROCHA, V. J. Desenvolvimento de um método de manejo envolvendo um grupo de macacos-pregos (*Cebus apella*) em condições semi-selvagem no Horto Florestal da UEL, Londrina-PR. Monografia (Zoecologia) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Londrina. Londrina: UEL, 1992.

ROMER, A. S.; PARSONS, T. S. **Anatomia comparada dos vertebrados**. São Paulo: Atheneu Editora São Paulo Ltda., 559p., 1985.

ROTH, G.; DICKE, U. Evolution of the brain and intelligence. **Trends in Cognitive Sciences**, v.9, p.250-257, 2005.

RUSSO, G. A.; YOUNG, J. Tail Growth Tracks the Ontogeny of Prehensile Tail Use in Capuchin Monkeys (*Cebus albifrons* and *C. apella*). **American Journal of Physical Anthropology**. United States, v.146, n.3, p.465–473, 2011.

RYLANDS, A. B. *et al.* An assessment of the diversity of New World primates. **Neotrop Primates**, v.8, p.61-93, 2000.

RYLANDS, A.B.; MENDES, S.L. *Callithrix penicillata*. **The IUCN Red List of Threatened Species**, 2008.

RYLANDS, A.B. *et al.* Family Cebidae (Squirrel Monkeys and Capuchins). In: Mittermeier, R.A.; Rylands, A.B. & Wilson, D.E. **Handbook of the Mammals of the World** - Volume 3. Lynx Edicions, 952 pp, 2013.

REYNOLDS, T. R. Stride length and its determinants in humans, early hominids, primates, and mammals. **Am J Phys Anthropol**, v.72, p.101–115, 1987.

SABBATINI, G. *et al.* Behavioral flexibility of a group of bearded capuchin monkeys (*Cebus libidinosus*) in the National Park of Brasília (Brazil): consequences of cohabitation with visitors, **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v.68, n.4, p.685-693, 2008.

SIGMON, B. A. A functional analysis of pongid hip and thigh musculature. **J Hum Evol**. California, v.3, p.161-185, 1974.

SILVA JR., J. S. Especiação nos macacos-prego e caiararas, gênero *Cebus* Erxleben, 1777 (*Primates, Cebidae*), **Tese de Doutorado**. Rio de Janeiro (RJ): Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001.

SILVA-JÚNIOR, J. S. Sistemática dos macacos-prego e caiararas, gênero *Cebus* Erxleben, 1777 (*Primates, Cebidae*). In: Livro de Resumos, X Congresso Brasileiro de Primatologia: Amazônia – **A Última Fronteira**. Belém, Pará: Sociedade Brasileira de Primatologia, p.35, 2002.

SOUTO, A. *et al.* Critically endangered blonde capuchins fish for termites and use new techniques to accomplish the task. **Biology Letters**, In press. 2011.

SPRINGER, M.S. *et al.* Macroevolutionary dynamics and historical biogeography of primate diversification inferred from a species supermatrix, **PLoS One**. San Francisco, v.7, p.49521, 2012.

SPINOZZI, G.; TRUPPA, V.; LAGANÀ, T. Grasping behavior in tufted capuchin monkeys (*Cebus apella*): Grip types and manual laterality for picking up a small food item, **Journal of Physical Anthropology**. United States, v.125, p.30-41, 2004.

STANDRING, S. **Gray's Anatomia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 1551p., 2008.

STEVENS, N. J. *et al.* Palaeontological evidence for an Oligocene divergence between Old World monkeys and apes. **Nature**. Reino Unido, 497, 611e614, 2013.

STANFIELD C L. Fisiologia humana, 5ª edição. Pearson, 2014.

SWINDLER, D. R.; WOOD, C. D. **An atlas of primate gross anatomy**. Washington: University of Washington Press, p.370, 1973.

TAVARES, M. C. H.; TOMAZ, C. A. B. Working memory in capuchin monkeys (*Cebus apella*). **Behavioral Brain Research**, Amsterdam, v.131, n.1-2, p.131-137, 2002.

TOMASELLO, M.; GUST, D.; FROST, G. T. A longitudinal investigation of gestural communication in young chimpanzees. **Primates**. Inuyama, v.30, n.1, p.35-50, 1989.

TOMASELLO, M. First steps in a usage based theory of language acquisition. *Cognitive Linguistics*. v.11(1/2), p.61-82, 2000.

TESTUT, L.; LATARJET, A. **Anatomia Humana**. Barcelona: Salvat Editores, 1969.  
TUTTLE, R. H. Knuckle-walking and the Evolution of Hominoid Hands. **American Journal of Physical Anthropology**. United States, v. 26, P. 171–206, 1967.

TORRES DE ASSUMPCÃO, C. An ecological study of the primates of Southeastern Brazil, with reappraisal of *Cebus apella* races. Edinburgh, University of Edinburgh. Ph.D. **Thesis**. 337 pp, 1983.

- TORRES DE ASSUMPCÃO, C. Resultados preliminares da reavaliação de raças do macaco-prego *Cebus apella* (Primates: Cebidae). **Revista Nordestina de Biologia**. Paraíba, v.6, n.1, p.15-28, 1988.
- VAN DE GRAAFF, K.M. Anatomia Humana. 6<sup>a</sup> ed. São Paulo: Manole, 900p., 2003.
- VASCONCELOS-DA-SILVA, E. *et al.* Anatomia comparativa dos nervos da pelve de macacos-prego (*Sapajus* sp). **Brazilian Journal Veterinary Res. and Animal Science**. São Paulo, v.53, p.1-17, 2017.
- VEREECKE, E. E.; D'AOUT, K.; AERTS, P. Locomotor versatility of the white-handed gibbon (*Hylobates lar*): a spatiotemporal analysis of the bipedal, tripedal and quadrupedal gaits. **J Hum Evol**. California, v.50, p. 552–567, 2006a.
- VEREECKE, E. E.; D'AOUT, K.; AERTS, P. The dynamics of hylobatid bipedalism: evidence for an energy-saving mechanism? **J Exp Biol**. Cambridge, v.209, p.2829–2838, 2006b.
- VILELA, S.L.; FARIA D.S. Seasonality of the activity pattern of *Callithrix penicillata* (Primates, Callitrichidae) in the cerrado (scrub savanna vegetation). **Brazilian Journal Biology**. São Paulo, v.64, n.2, p.363-370, 2004.
- VISALBERGHI, E.; TRINCA, L. Tool use in capuchin monkeys: distinguishing between performing and understanding. **Primates**. Inuyama, v.30, n.4, p.511-521, 1989.
- VISALBERGHI, E.; LIMONGELLI, L. Lack of comprehension of cause-effect a tool use task in tufted capuchin monkey (*Cebus apella*). **Journal of Comparative Psychology**, Washington, v.108, n.1, p.15-22, 1994.
- VISALBERGHI, E.; FRAGASZY, D. M.; SAVAGE-RUMBAUGH, S. Performance in a tool-using task by common chimpanzees (*Pan troglodytes*), bonobos (*Pan paniscus*), and orangutan (*Pongo pygmaeus*), and capuchin monkeys (*Cebus apella*). **Journal of Comparative Psychology**, Washington, v.109, n.1, p.15-22, 1995.
- VISALBERGHI, E.; MCGREW, W. C. *Cebus* meets *Pan*. **International Journal of Primatology**. United States, v.18, p.677–681, 1997.
- WAGA, I. C. *et al.* Spontaneous Tool Use by Wild Capuchin Monkeys (*Cebus libidinosus*) in the Cerrado, **Folia Primatologica**. Basel, v.77, p.337-344, 2006.
- WESTERGAARD, G. C; FRAGASZY, D. M. The manufacture and use of tools by capuchin monkeys (*Cebus apella*), **Journal of Comparative Psychology**. Washington, v.101, p.159–168, 1987.
- WHITEN, A. *et al.* Cultures in chimpanzees. **Nature**. Reino Unido, v.399, p.682-685, 1999.
- WILSON, D. E.; REEDER, D. M. **Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference**. Baltimore: Johns Hopkins University Press. 2142 p, 2005.

## ANEXO A - Parecer consubstanciado do Comitê de Ética UFG



PROTOCOLO Nº  
081/08

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA

**PARECER CONSUBSTANCIADO**

**I - Finalidade do projeto (pesquisa/ensino)**

PROJETO DE PESQUISA

**II - Identificação:**

**□ Título do projeto:**

- Localização de miosina-V e calmodulina no neocórtex de *Cebus libidinosus* (RYLANDS, 2000)

**□ Pesquisador Responsável:**

- Yandra Cássia Lobato do Prado - ICB/UFG

**□ Pesquisadores Participantes:**

- Prof. Dr. Eugênio Gonçalves de Araújo – EV/UFG
- Prof. Dr. Tales Alexandre Aversi Ferreira – ICB/UFG

**□ Instituição onde será realizado:**

- Universidade Federal de Goiás
- Centro de Triagem de Animais Silvestres (CETAS) - IBAMA

**□ Data de apresentação ao CEP: 04/06/2008**

**III - Objetivos e justificativa do projeto:**

O presente projeto tem como finalidade:

- Localizar por técnicas morfológicas e bioquímicas as proteínas calmodulina e miosina-V no neocórtex de *Cebus libidinosus*.
  - Localizar a miosina-V no encéfalo de macacos *Cebus*, pelo emprego de técnica imunistoquímica, imunofluorescência e *Western blot*;
  - Verificar a associação entre a miosina V e as moléculas de calmodulina nos neurônios, por meio de co-localização pela imunofluorescência e microscopia confocal.

**IV - Sumário do projeto:**

**□ Discussão sobre a possibilidade de métodos alternativos:**

- Não apresentada. A equipe justifica que a localização da miosina-V associada à calmodulina no encéfalo de macacos *Cebus* representará uma possível confirmação qualitativa/quantitativa dessas moléculas nos neurônios cerebrais de animais superiores, pela primeira vez em primatas. Além disso, afirma que as publicações que envolvem estudos com *Cebus* têm apresentado enorme repercussão mundial, sendo intenção da equipe abrir novas perspectivas para o uso dessa espécie como modelo experimental, não somente na neurociência, mas também para outras finalidades, como os estudos de efeitos de fármacos.

**□ Descrição do animal utilizado (número, espécie, linhagem, sexo, peso, etc):**

- Macacos (*Cebus libidinosus*)
  - Serão utilizados seis animais, adultos e saudáveis, cedidos pelo IBAMA (documentação apresentada).

**□ Descrição das instalações utilizadas e número de animais/área/qualidade do Ambiente (ar, temperatura, umidade), Alimentação/hidratação:**

- Os animais são provenientes do CETAS-Goiânia e serão utilizados pelo estudo após eutanásia.

**□ Utilização de agente infeccioso/gravidade da infecção a ser observada:**

- Não se aplica a este ensaio.

**□ Adequação da metodologia e considerações sobre o sofrimento imposto aos animais:**

CEP/UFG

PARECER CONSUBSTANCIADO

PROTOCOLO Nº  
081/08

- A metodologia foi apresentada no corpo do projeto e no item 09 do protocolo. Em síntese:
    - Os animais serão capturados no recinto por meio de um puçá, imobilizados manualmente por pessoa experiente e qualificada para tal função. Em seguida, será feita a tranquilização com aplicação de quetamina (50mg/ml) na dose de 10mg/kg por via intramuscular. A veia cefálica será então acessada para aplicação de tiopental (1000mg) na dose de 50mg/kg. Após a constatação de parada cardio-respiratória e choque bulbar, os encéfalos serão imediatamente retirados por dissecação cuidadosa.
    - A separação dos lobos cerebrais será feita com lâmina de barbear, baseando-se nas principais fissuras e sulcos, correspondentes à anatomia do homem. Cada lobo será seccionado em vários cortes para fragmentação das técnicas de imunistoquímica, *Western Blot*, imunofluorescência e microscopia confocal.
  - **Método de eutanásia:**
    - Será realizada conforme descrito no item anterior.
  - **Destino do animal:**
    - Esses animais serão destinados ao Núcleo de Estudos em Neurociências e Comportamento de Primatas do ICB/UFG onde serão utilizados para estudos descritivos de anatomia.
- IV – Comentários do relator frente às orientações do COBEA**
- **Estrutura do protocolo:**
    - O protocolo atende às orientações pertinentes à experimentação animal. **Contém todos os documentos necessários à sua análise.**
  - **Análise de sofrimento imposto, métodos alternativos e benefícios:**
    - Os animais serão utilizados na pesquisa após eutanásia. Antes disso permanecerão em recintos próprios para a espécie no CETAS.
  - **Análise dos riscos aos pesquisadores/alunos:**
    - Os pesquisadores apontam que os riscos possíveis serão sanados pela presença de pessoal capacitado do CETAS para o manuseio dos animais, não havendo contato desses com os pesquisadores até o momento da anestesia.
  - **Necessidade do número de animais:**
    - O número de animais é justificado no protocolo, entretanto o delineamento estatístico não foi apresentado.

**V - Parecer do CEP:**

De acordo com a documentação apresentada a este comitê consideramos o projeto **APROVADO**.

**VI - Data da reunião: 06/04/2009**



Prof.ª Dr.ª Rita Goreti Amaral

**ANEXO B** – Parecer consubstanciado da Comissão de Ética em Pesquisa Animal.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
TOCANTINS COMISSÃO DE ÉTICA NO  
USO DE ANIMAIS CEUA-UFT**

O projeto intitulado “**Estudo anatômico comparativo do primata *Sapajus* (anteriormente *Cebus) libidinosus* (macaco-prego) (PRIMATAS, CEBIDAE) associados aos aspectos comportamentais cognitivos, de uso de ferramentas e evolução**”, processo nº 23101.003220/2013-85, sob a responsabilidade do **Professor Doutor Tales Alexandre Aversi-Ferreira**, está de acordo com as normas éticas estabelecidas pela lei de Procedimentos para o Uso Científico de Animais, de 8 de outubro de 2008, estando aprovado para a sua execução pelo parecerista da Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Tocantins.

**Araguaína, 14 de fevereiro de 2014.**

**Atenciosamente,**

**Alberto Yim Júnior**

**Presidente da Comissão de Ética em Pesquisa Animal da UFT**